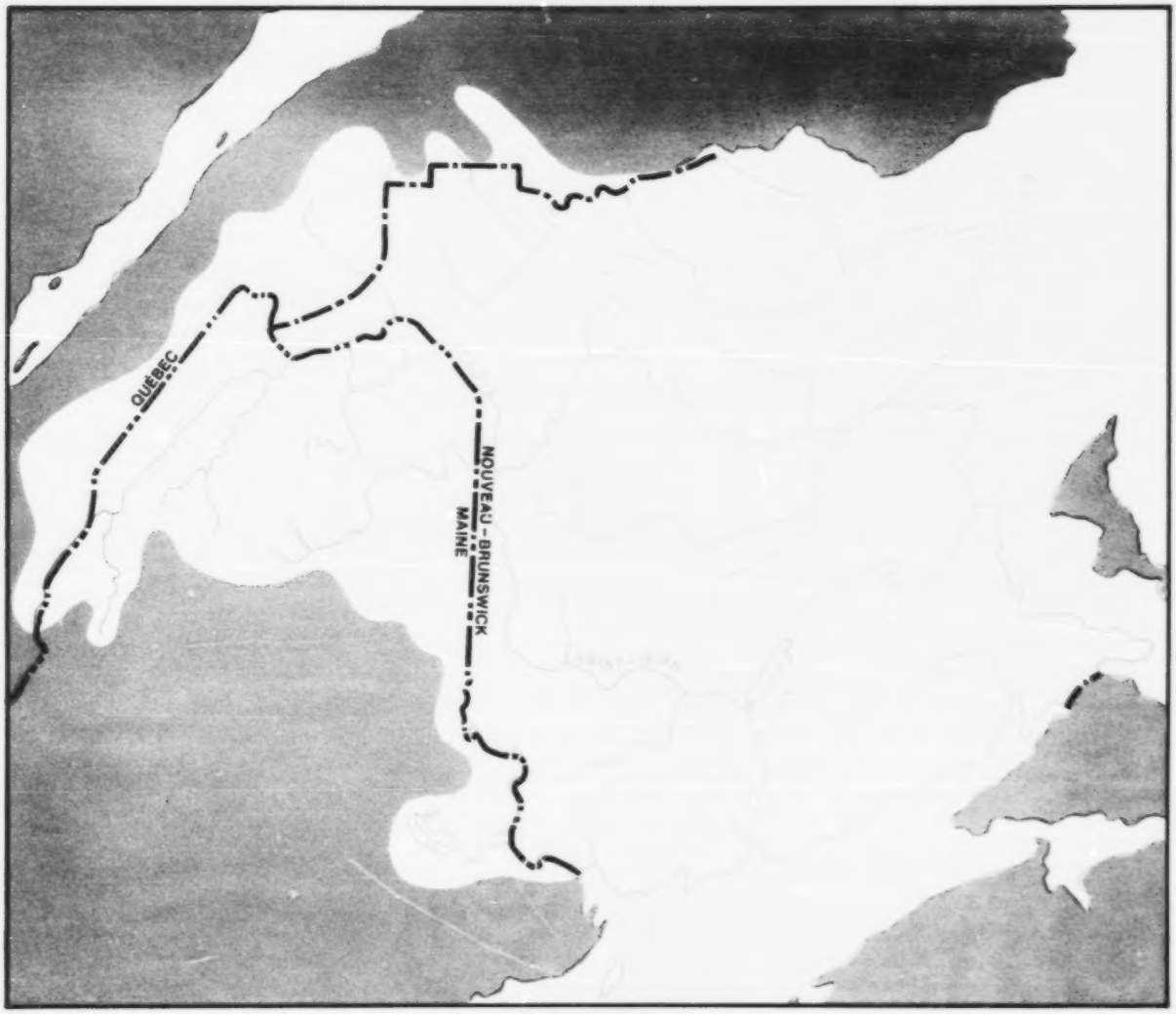
Analyses de la Fréquence des Crues au Nouveau-Brunswick

Un Guide Pour l'Estimation des Débits de Crue des Rivières et Cours d'Eau du Nouveau-Brunswick



AVRIL 1987

Environnement Canada — Eaux Intérieures
Environment Canada — Inland Waters

Ministère des Affaires Municipales et de L'Environnement du Nouveau-Brunswick — Direction de la planification des ressources en eau
New Brunswick Department of Municipal Affairs and Environment — Water Resource Planning Branch

ANALYSES DE LA FRÉQUENCE DES CRUES AU NOUVEAU-BRUNSWICK

UN GUIDE POUR L'ESTIMATION DES DÉBITS DE CRUE DES RIVIÈRES ET COURS D'EAU DU NOUVEAU-BRUNSWICK

Préparé par

Direction de la planification
des ressources en eau
Ministère des Affaires municipales
et de l'Environnement du Nouveau-
Brunswick
Fredericton (Nouveau-Brunswick)

Direction de la planification et
de la gestion (eau)
Direction générale des eaux
intérieures et des terres
Conservation et Protection
Environnement Canada
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)

(Available in English on request)

Avril 1987

Même si les techniques décrites dans le présent rapport reflètent l'état des connaissances actuelles concernant l'estimation des crues, leur mise en application s'entoure d'une certaine dose d'incertitude. Ni Environnement Canada ni le ministère des Affaires municipales et de l'Environnement du Nouveau-Brunswick ne sauraient être tenus responsables d'une mauvaise utilisation ou d'une mauvaise interprétation des informations présentées ci-après. Il revient à l'utilisateur de prendre la décision finale concernant l'utilité des techniques proposées et l'exactitude des données, compte tenu des circonstances particulières auxquelles il doit faire face.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre plus vive gratitude aux personnes que nous avons interviewées afin d'évaluer les besoins des utilisateurs à l'égard des estimations des débits de crue.

Le présent rapport a été rédigé et compilé par MM. Denis Gingras et John Keefe, de la Direction de la planification et de la gestion (eau), Direction générale des eaux intérieures et des terres - région de l'Atlantique, Environnement Canada, et par M. Brian Burrell, de la Direction de la planification des ressources en eau du ministère des Affaires municipales et de l'Environnement du Nouveau-Brunswick. M. Thomas Humes et Dr Nabil Elhadi en ont fait l'examen critique. Nous tenons également à remercier M. David Smith, de la Direction de la planification et de la gestion (eau), et M. Robert Condie, de la Direction des ressources en eau d'Environnement Canada, pour l'aide qu'ils nous ont accordée.

Nous remercions tout spécialement MM. David Hamilton et Sewell Millett qui ont obtenu pour nous les données physiographiques utilisées dans la présente étude ainsi que Mme Laura Kelland-May, qui a vérifié une partie des données. Merci également à M. Jim DeVenney, du Centre de prévision des crues du fleuve Saint-Jean, qui a préparé les cartes de l'équivalent en eau de la neige et de la précipitation annuelle moyenne; M. Ron Howatt, qui a préparé la page couverture et les figures; ainsi que Mme Linda Adamson et Mme Dorothy Birks qui ont dactylographié le manuscrit.

TABLE DES MATIÈRES

		Page
	REMERCIEMENTS	i
	TABLE DES MATIÈRES	ii
	LISTE DES FIGURES	iii
	LISTE DES TABLEAUX	iii
	LISTE DES SYMBOLES ET DES ABRÉVIATIONS	iv
1.	INTRODUCTION	1
2.	ANALYSES DE LA FRÉQUENCE DE CRUE À UNE STATION UNIQUE	3
	2.1 BASE DE DONNÉES SUR LES DÉBITS	3
	2.2 ANALYSES DE LA FRÉQUENCE DE CRUE	4
	2.3 QUESTIONS RELATIVES À LA PÉRIODE D'ENREGISTREMENT	11
3.	ANALYSES DE LA FRÉQUENCE DE CRUE RÉGIONALE	13
	3.1 MÉTHODE D'ANALYSE	13
	3.2 RÉSULTATS DE L'ANALYSE DE RÉGRESSION	14
	3.3 RAPPORTS ENTRE LE DÉBIT DE POINTE ET LE DÉBIT QUOTIDIEN MAXIMAL	23
4.	COURBES ENVELOPPES DE LA FRÉQUENCE DE CRUE	24
5.	DESCRIPTION DE LA MÉTHODE ET EXEMPLES	29
	5.1 DESCRIPTION DE LA MÉTHODE	29
	5.2 EXEMPLES DE CALCULS	37
6.	RÉFÉRENCES	49
ANNEXE I	ESTIMATION DES DÉBITS DE CRUE POUR LES PETITS BASSINS HYDROGRAPHIQUES	50

LISTE DES FIGURES

Figure	Titre	Page
1	Régions homogènes de crues et stations hydrométriques utilisées dans l'analyse	(dans la pochette)
2	Courbes enveloppes du débit instantané, régions du nord-ouest et du sud	27
3	Courbes enveloppes du débit instantané, régions du centre et de l'est	28
4	Précipitation annuelle moyenne (1951-1980)	(dans la pochette)
5	Teneur moyenne en eau de la couverture de neige le 31 mars	(dans la pochette)

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Titre	Page
1	Résumé des informations hydrologiques recueillies dans des stations hydrométriques choisies	5
2	Résultats des analyses de la fréquence de crue à une station unique, pour l'ensemble de la période d'enregistrement	8
3	Résultats des analyses de la fréquence de crue à une station unique fondées sur la période de 1970 à 1985 avec des données historiques	12
4	Résumé des données physiographiques et climatiques correspondant aux stations hydrométriques choisies	16
5	Équations de régression régionales	19
6	Étendue des variables indépendantes utilisées dans les équations de régression	22
7	Équations de régression régionales de QP/QD	26

LISTE DES SYMBOLES ET DES ABRÉVIATIONS

a - coefficient de régression pour les équations de QDT

b - coefficient de régression pour les équations de QDT

c - coefficient de courbe enveloppe

d - coefficient de courbe enveloppe

DA - superficie du bassin hydrographique en km^2

e - constante de régression pour les équations de QP/QD

f - coefficient de régression pour les équations de QP/QD

g - coefficient de régression pour les équations de QP/QD

GEV - distribution de la valeur extrême généralisée

h - coefficient de régression pour les équations de QP/QD

k - constante de régression pour les équations de QDT

km^2 - kilomètres carrés

MAP - précipitation annuelle moyenne en mm

mm - millimètres

m^3/s - mètres cubes par seconde

QDT - débit quotidien moyen, en m^3/s, d'une période de récurrence de T années

QPT - débit instantané, en m^3/s, d'une période de récurrence de T années

QP/QD - rapport du débit de pointe instantané maximum annuel sur le débit quotidien moyen correspondant

LISTE DES SYMBOLES ET DES ABRÉVIATIONS (suite)

SNOW - teneur moyenne en eau de la couverture de neige le 31 mars, en mm

T - période de récurrence, en années

W - distribution de Wakeby

3PLN - distribution lognormale à 3 paramètres

%LS - pourcentage de lacs et de marécages

1.0 INTRODUCTION

L'estimation des débits de crue est un aspect essentiel de la conception des structures hydrauliques et de l'évaluation des risques d'inondation. Comme la plus récente analyse régionale à l'échelle de la province remonte déjà à une décennie (Acres Consulting Services Limited, 1977), il a été jugé bon de rassembler des données utiles et à jour pour l'estimation des débits de crue. Dans le présent rapport, nous fournissons des estimations des débits de crue de cours d'eau choisis pour lesquels existent des relevés du débit. Nous présentons également un guide pour l'estimation des débits de crue aux endroits, le long des cours d'eau du Nouveau-Brunswick, où il n'existe pas de station de jaugeage.

Les analyses de fréquence de crue ont été effectuées à partir des débits quotidiens maximums annuels pour l'ensemble de la période d'enregistrement de données, jusqu'à 1985 inclusivement, à 63 stations hydrométriques possédant 10 années d'enregistrements ou plus. Dans un premier temps, des analyses de fréquence de crue à une station unique ont servi à obtenir une estimation du débit de pointe pour des périodes de récurrence indiquées de 2, 10, 20, 50 et 100 ans. Dans un deuxième temps, des analyses de fréquence de crue à une station unique ont été effectuées pour une période de temps concurrente (1970-1985) avec l'aide de données historiques afin d'obtenir les mêmes estimations de crue. Ces analyses tiennent compte des événements extrêmes survenus avant 1970.

Des rapports statistiques ont ensuite été établis entre les débits de crue correspondant à des périodes de récurrence indiquées et les caractéristiques physiographiques et hydroclimatiques des bassins versants. Des rapports entre les débits de pointe instantanés et les débits moyens quotidiens ont également été établis. Le présent rapport présente les techniques et les résultats de ces analyses sous une forme qui en permet l'utilisation directe pour l'estimation des débits de crue aux fins de construction d'ouvrages hydrauliques ou d'évaluation des risques d'inondation.

La Figure 1 (dans la pochette au dos) illustre les quatre régions homogènes de crues utilisées dans la présente analyse. Le bras principal du fleuve Saint-Jean est traité séparément, comme une cinquième région. Pour chaque région, nous présentons des équations de régression déterminant le rapport entre les débits de crue correspondant à des périodes de récurrence indiquées et les paramètres physiographiques et hydroclimatiques appropriés. Des équations en vertu desquelles l'ensemble de la province, à l'exclusion du bras principal du fleuve Saint-Jean, est considéré comme une région homogène unique sont également présentées.

Pour faciliter l'estimation d'un débit de crue pour une période de récurrence donnée à un endroit où il n'existe pas de station de jaugeage, nous présentons un certain nombre de méthodes, y compris le calcul proportionnel, les courbes enveloppes et les équations régionales. Cette dernière méthode, qui devrait s'avérer la plus exacte dans la plupart des cas, exige l'utilisation de l'équation de régression appropriée pour la région homogène comprenant le bassin versant en question.

D'autres analyses régionales de la fréquence de crue ont été effectuées au Nouveau-Brunswick par le passé, y compris une étude complète menée en 1977 pour le Programme fédéral-provincial visant la réduction des dégâts causés par les inondations (Acres Consulting Services Limited, 1977). L'utilisation, pour la détermination de la crue nominale, de la méthode des crues standardisées (index flood) et de la méthode de la régression directe, en utilisant les données du débit instantané maximum et du débit de pointe quotidien, ainsi que les données hydroclimatiques et physiographiques pertinentes, a déjà été abordée dans le rapport de 1977.

2.0 ANALYSES DE LA FRÉQUENCE DE CRUE À UNE STATION UNIQUE

2.1 BASE DE DONNÉES SUR LES DÉBITS

L'exactitude et la fiabilité d'une analyse de la fréquence de crue à une station unique dépendent principalement de la longueur de la période d'enregistrement et de l'exactitude de la base de données existante sur les débits. Pour l'analyse de la fréquence, il est souhaitable de disposer de données sur le débit correspondant à une période d'enregistrement plus longue que la période de récurrence choisie. Toutefois, le nombre d'années d'enregistrement est souvent moindre que la période de récurrence que préfèrent utiliser les concepteurs de structures hydrauliques ou les gestionnaires de ressources hydriques. Il est néanmoins possible de faire l'ajustement des données disponibles sur les débits maximums annuels à une distribution de fréquence grâce à l'analyse de la fréquence de crue à une station unique, et d'extrapoler ensuite pour obtenir une estimation correspondant à une période de récurrence plus longue.

Comme il n'est pas possible d'obtenir des données hydrométriques pour tous les endroits où des estimations de crue sont nécessaires, nous devons élaborer une forme quelconque de technique de transfert des données fondée sur la régionalisation des analyses de fréquence à une station unique. C'est ce que nous avons fait dans la présente étude. À cette fin, toutes les stations de mesure du débit naturel de l'eau au Nouveau-Brunswick (c'est-à-dire celles qui ne sont pas touchées par une régularisation des cours d'eau) qui possédaient au moins 10 années d'enregistrements ont été examinées. En outre, les stations hydrométriques situées en aval des endroits où les effets de la régularisation sur le débit ont été jugés non significatifs ainsi que des stations situées dans le Maine, au Québec et en Nouvelle-Écosse, près de la frontière du Nouveau-Brunswick, ont aussi été étudiées. Les 63 stations hydrométriques ainsi choisies sont énumérées au Tableau 1 et leur emplacement est indiqué à la Figure 1.

2.2 ANALYSES DE LA FRÉQUENCE DE CRUE

Nous avons procédé à une analyse de la fréquence de crue à une station unique pour chacune des 63 stations à partir du débit quotidien moyen maximum pour l'année, grâce au programme informatisé d'analyse intégrée de la fréquence (Consolidated Frequency Analysis ou CFA) (Pilon et coll., 1985), lequel permet d'évaluer l'ajustement des données à diverses distributions théoriques : lognormale à trois paramètres (3PLN), valeur extrême généralisée (GEV), Log Pearson type III et Wakeby (W). Les coefficients déterminant l'asymétrie ou l'aplatissement de la courbe des données logarithmiques ainsi que l'ajustement visuel de la distribution de fréquences aux données utilisées ont été déterminants pour le choix de la distribution. Les résultats de cette analyse sont présentés au Tableau 2.

TABLEAU 1

RÉSUMÉ DES INFORMATIONS HYDROLOGIQUES RECUEILLIES DANS DES STATIONS HYDROMÉTRIQUES CHOISIES

Numéro et nom de la station	Superficie du bassin versant (km^2)	Région de crues	Période d'enregistrement		Débit maximum enregistré			
			Moyennes quotidiennes	Débits instantanés	Quotidien (m^3/s)	Quotidien ($m^3/s/km^2$)	Instantané (m^3/s)	Instantané ($m^3/s/km^2$)
01AD002 FLEUVE SAINT-JEAN À FORT KENT	14 700	SAINT-JEAN	1927-85	1934-70, 72, 73, 75-85	4 130	0,281	4 280	0,291
01AD003 RIVIÈRE ST. FRANCIS À LA SORTIE DU LAC GLASIER	1 350	NORD-OUEST	1952-85	1952-85	410	0,304	428	0,317
01AD004 FLEUVE SAINT-JEAN À EDMUNSTON	15 500	SAINT-JEAN	1968-79	1968-70, 72-75, 78, 79	4 200	0,271	4 250	0,274
01AF002 FLEUVE SAINT-JEAN À GRAND-SAULT	21 900	SAINT-JEAN	1931-85	1931-71, 73, 75-85	6 250	0,285	6 400	0,292
01AF003 RIVIÈRE VERTE PRÈS DE RIVIÈRE-VERTE	1 150	NORD-OUEST	1963-79, 81-85	1963-79, 81-85	483	0,420	507	0,441
01AG002 RIVIÈRE LIMESTONE À FOUR FALLS	199	NORD-OUEST	1968-85	1968-79, 81-85	69,9	0,351	87,2	1,247
01AG003 RIVIÈRE ARDOOSTOOK PRÈS DE TINKER	6 060	NORD-OUEST	1975-85	1975-85	1 530	0,252	1 680	0,277
01AH005 RIVIÈRE NAMOZEKEL PRÈS DE CAMPBELL RIVER	230	NORD-OUEST	1973-85	1973-75, 77-85	92	0,400	108	0,470
01AJ001 FLEUVE SAINT-JEAN PRÈS DE FLORENCEVILLE	34 200	SAINT-JEAN	1952-85	1956-62, 67, 68, 70, 72-85	9 170	0,268	9 510	0,278
01AJ003 RIVIÈRE MEDUXNEKEAG PRÈS DE BELLEVILLE	1 210	NORD-OUEST	1968-85	1968, 70-85	510	0,421	600	0,496
01AJ004 RUISSEAU BIG PRESQUE ISLE À TRACEY MILLS	484	NORD-OUEST	1968-85	1968-85	220	0,455	281	0,581
01AJ010 RUISSEAU BECAQUIMEC À COLDSTREAM	350	CENTRE	1974-85	1974-77, 79-85	140	0,400	176	0,503
01AJ011 RUISSEAU COLD À COLDSTREAM	156	CENTRE	1974-85	1974-85	88,6	0,568	118	0,756
01AK001 RUISSEAU SHOGOMOC PRÈS DE LA ROUTE TRANSCANADIENNE	234	NORD-OUEST	1919-41, 44-85	1968, 69, 71-82, 84, 85	117	0,500	S.O.	S.O.
01AK002 FLEUVE SAINT-JEAN À POKIOK	38 900	SAINT-JEAN	1919-67	1961-67	8 160	0,210	S.O.	S.O.
01AK004 FLEUVE SAINT-JEAN EN AVAL DE MACTAQUAC	39 900	SAINT-JEAN	1967-85	1967-71, 73-85	11 100	0,278	12 300	0,308
01AK005 RUISSEAU NORTH NASHWAAKSIS PRÈS DE ROYAL ROAD	26,9	CENTRE	1966-85	1966-85	14,2	0,528	32,6	1,212
01AK007 RIVIÈRE MACKAMIC PRÈS DE TEMPERANCE VALE	240	NORD-OUEST	1968-85	1968, 69, 71-85	113	0,471	147	0,613
01AK008 RIVIÈRE EEL PRÈS DE SCOTT SIDING	531	NORD-OUEST	1974-85	1974-84	114	0,215	117	0,220
01AL002 RIVIÈRE NASHWAAK À DURHAM BRIDGE	1 450	CENTRE	1962-85	1965-69, 71-85	827	0,570	S.O.	S.O.
01AL003 RUISSEAU HAYDEN PRÈS DE NARROWS MOUNTAIN	6,48	CENTRE	1971-85	1971, 72, 74-79, 81-83, 85	7,76	1,198	S.O.	S.O.
01AL004 RUISSEAU NARROWS MOUNTAIN PRÈS DE NARROWS MOUNTAIN	3,89	CENTRE	1972-85	1972, 74, 75, 77, 78, 81-83, 85	3,54	0,910	S.O.	S.O.
01AM001 RIVIÈRE OROMOCTO NORD-OUEST À TRACY	557	SUD	1963-85	1963-76, 78-83	456	0,819	776	1,393
01AM001 RUISSEAU CASTAWAY PRÈS DE CASTAWAY	34,4	EST	1972-81, 83-85	1972-79, 81, 82, 84, 85	18,1	0,526	23,8	0,692
01AM002 RIVIÈRE SALMON À CASTAWAY	1 050	EST	1974-85	1975-77, 79, 81-85	289	0,275	S.O.	S.O.
01AP002 RIVIÈRE CANAAN À EAST CANAAN	668	EST	1926-41, 63-85	1933, 1963-78, 80-85	236	0,353	365	0,546
01AP004 RIVIÈRE RENNEBECASIS À APOHAQUI	1 100	SUD	1962-85	1962-77, 79, 81-85	520	0,473	639	0,581
01AP006 RIVIÈRE NEREPIS PRÈS DE FOWLERS CORNER	293	SUD	1976-85	1976-79, 81-85	172	0,587	281	0,959
01AQ001 RIVIÈRE LEPREAU À LEPREAU	239	SUD	1917-85	1963-75, 77-85	340	1,423**	S.O.	S.O.
01AQ002 RIVIÈRE MAGAGUADAVIC À ELMCROFT	1 420	SUD	1917-22, 24-33, 43-85	1966, 67, 69, 71-77, 79-82, 84, 85	722	0,508	S.O.	S.O.

TABLEAU 1 (suite)

RÉSUMÉ DES INFORMATIONS HYDROLOGIQUES RECUEILLIES DANS DES STATIONS HYDROMÉTRIQUES CHOISIES

Numéro et nom de la station		Superficie du bassin versant (km^2)	Région de crues	Période d'enregistrement		Débit maximum enregistré			
				Moyennes quotidiennes	Débits instantanés	Quotidien (m^3/s)	Quotidien ($m^3/s/km^2$)	Instantané (m^3/s)	Instantané ($m^3/s/km^2$)
01AR006	RUISSEAU DENNIS PRÈS DE ST. STEPHEN	115	SUD	1967-85	1967-69, 71-77, 79, 81-84	65,1	0,566	S.O.	S.O.
01AR008	RIVIÈRE BOCABEC EN AMONT DE LA MARÉE	43,0	SUD	1967-79	1967, 68, 70-77, 79	34,0	0,791	53,2	1,237
01BC001	RIVIÈRE RESTIGOUCHE EN AVAL DE KEDGWICK RIVER	3 160	NORD-OUEST	1963-85	1963-85	1 320	0,418	1 550	0,491
01BE001	RIVIÈRE UPSALQUITCH À UPSALQUITCH	2 270	NORD-OUEST	1919-33, 44-85	1965-85	674	0,297	S.O.	S.O.
01BJ001	RIVIÈRE TETAGOUCHE PRÈS DE BATHURST-OUEST	363	EST	1923-33, 52-85	1968, 70-72, 74, 75, 77, 79-82 84, 85	152	0,419	S.O.	S.O.
01BJ003	RIVIÈRE JACQUET PRÈS DE DUNLOP CENTRE	510	EST	1965-85	1965-71, 73-85	195	0,382	206	0,404
01BJ004	RIVIÈRE EEL PRÈS DE EEL RIVER CROSSING	88,6	NORD-OUEST	1968-83	1968-81, 83	47,3	0,534	60,9	0,687
01BJ007	RIVIÈRE RESTIGOUCHE EN AMONT DU RUISSEAU RAFTING GROUND	7 740	NORD-OUEST	1969-85	1969-85	3 140	0,406	3 230	0,417
01BK004	RIVIÈRE MEPISIQUIT PRÈS DE PABINEAU FALLS	2 090	CENTRE	1958-74	1958-74	694	0,332	801	0,383
01BL001	RIVIÈRE BASS À BASS RIVER	175	EST	1966-85	1966-69, 71-85	110	0,629	129	0,737
01BL002	RIVIÈRE CARAQUET SUD-OUEST À BURNSVILLE	173	EST	1970-85	1971-85	91,2	0,527	109	0,618
01BL003	RIVIÈRE TRACADIE À MURPHY BRIDGE CROSSING	383	EST	1971-85	1971-85	162	0,423	187	0,488
01B0001	RIVIÈRE MIRAMICHI SUD-OUEST À BLACKVILLE	5 050	CENTRE	1919-33, 39, 62-85	1964-75, 77-81, 83-85	2 190	0,434	2 790	0,552
01B0002	RIVIÈRE RENOUS À MCGRAW BROOK	611	CENTRE	1966-85	1966-73, 75-80, 82-85	320	0,524	697	1,141
01B0003	RIVIÈRE BARNABY EN AVAL DE LA RIVIÈRE SEHIWAGAN	484	EST	1973-85	1973-75, 77-85	186	0,384	204	0,421
01BP001	RIVIÈRE LITTLE SOUTHWEST MIRAMICHI À LYTTLETON	1 340	CENTRE	1952-85	1967-69, 71-76, 78, 80-82, 84, 85	861	0,643	S.O.	S.O.
01BQ001	RIVIÈRE MIRAMICHI NORD-OUEST À TROUT BROOK	948	CENTRE	1962-85	1962-69, 71-75, 77, 78, 80-83, 85	487	0,514	S.O.	S.O.
01BR001	RIVIÈRE KOUCHIBOUGUAC PRÈS DE VAUTOUR	177	EST	1931, 32, 70-85	1971-85	59,5	0,336	66,0	0,373
01BS001	RIVIÈRE COAL BRANCH À BEERSVILLE	166	EST	1964-85	1964-69, 71-85	67,4	0,406	83,3	0,502
01BU002	RIVIÈRE PETITCODIAC PRÈS DE PETITCODIAC	391	EST	1962-85	1962-75, 77-79, 81-85	210	0,537	260	0,665
01BU003	RUISSEAU TURTLE À TURTLE CREEK	129	SUD	1963-85	1964-85	76,7	0,595	S.O.	S.O.
01BU004	RUISSEAU PALMER PRÈS DE DORCHESTER	34,2	SUD	1967-84	1967-77, 79-84	27,9	0,816	47,6	1,392
01BV005	RUISSEAU RATCLIFFE EN AVAL DU LAC OTTER	29,3	SUD	1961-71	1964-69, 71	29,7	1,014	S.O.	S.O.
01BV006	RIVIÈRE POINT WOLFE AU PARC NATIONAL FUNDY	130	SUD	1964-85	1964-80, 83-85	118	0,908	172	1,323
01BV007	COURS SUPÉRIEUR DE LA RIVIÈRE SALMON À ALMA	181	SUD	1968-79	1968, 71-78	154	0,851	236	1,304
1010000	FLEUVE SAINT-JEAN À NINEMILE BRIDGE, MAINE	3 513	SAINT-JEAN	1951-84	1951-84	1 090	0,310	1 260	0,359
1010500	FLEUVE SAINT-JEAN À DICKEY, MAINE	7 022	SAINT-JEAN	1947-83	1947-83	2 460	0,350	2 600	0,370

TABLEAU 1 (suite)

RÉSUMÉ DES INFORMATIONS HYDROLOGIQUES RECUEILLIES DANS DES STATIONS HYDROMÉTRIQUES CHOISIES

Numéro et nom de la station	Superficie du bassin versant (km^2)	Région de crues	Période d'enregistrement: Moyennes quotidiennes	Période d'enregistrement: Débits instantanés	Débit maximum enregistré: Quotidien (m^3/s)	Débit maximum enregistré: Quotidien ($m^3/s/km^2$)	Débit maximum enregistré: Instantané (m^3/s)	Débit maximum enregistré: Instantané ($m^3/s/km^2$)
1013500 RIVIÈRE FISH PRÈS DE FORT KENT, MAINE	2 287	NORD-OUEST	1904-08, 30-83	1930-83	442	0,193	448	0,196
1016500 RIVIÈRE MACHIAS PRÈS DE ASHLAND, MAINE	855	NORD-OUEST	1952-83	1952-81, 83	374	0,437	470	0,550
1017900 RUISSEAU HARLEY PRÈS DE LUDLOW, MAINE	3,81	NORD-OUEST	1965-82	1965-82	2,47	0,648	9,49	2,491*
1018000 RIVIÈRE MEDUXNEKEAG PRÈS DE HOULTON, MAINE	453	NORD-OUEST	1942-82	1942-82	170	0,375	188	0,415
01BD002 MATAPEDIA EN AMONT DE LA RIVIÈRE ASSEMETQUAGAN, QUÉBEC	2 770	NORD-OUEST	1970-84	1971-77, 80, 81	940	0,339	S.O.	S.O.
01DL001 RIVIÈRE KELLEY À EIGHT MILE FORD, N.-É.	63,2	SUD	1970-85	1972-85	47,3	0,748	65,1	1,030
01EF001 NOUVELLE AU PONT, QUÉBEC	1 140	NORD-OUEST	1964-85	1965-77, 79-85	508	0,446	566	0,496

* Valeur extrême du débit instantané maximum enregistré en $m^3/s/km^2$.

** Valeur extrême du débit quotidien maximum enregistré en $m^3/s/km^2$.

S.O. Le débit instantané maximal enregistré correspondant au débit quotidien maximum enregistré n'était pas disponible.

Note : Les stations qui étaient encore en service en 1985 peuvent être toujours en service aujourd'hui.

TABLEAU 2

RÉSULTATS DES ANALYSES DE LA FRÉQUENCE DE CRUE À UNE STATION UNIQUE, POUR L'ENSEMBLE DE LA PÉRIODE D'ENREGISTREMENT

STATION	RAPPORT QP/QD	NOMBRE DE POINTES DE CRUE	NOMBRE D'ANNÉES D'ENREGISTREMENT	DISTRIBUTION[6]	DÉBIT QUOTIDIEN MOYEN MAXIMAL QD2 (m^3/s)	QD10 (m^3/s)	QD20 (m^3/s)	QD50 (m^3/s)	QD100 (m^3/s)
01AD002 SAINT-JEAN	1,03	50	59	3PLN	2 310	3 360	3 720	4 170	4 490
01AD003 ST. FRANCIS	1,02	34	34	3PLN	207	331	376	434	478
01AD004 SAINT-JEAN	1,02	9	12	3PLN	2 900	3 860	4 280		
01AF002 SAINT-JEAN	1,10	53	55	3PLN	3 210	4 890	5 480	6 220	6 760
01AF003 GREEN	1,06	22	22	3PLN	224	371	422	485	531
01AG002 LIMESTONE	1,25	17	18	3PLN	32,9	50,3	57,7	67,7	75,6
01AG003 AROOSTOOK	1,17	11	11	3PLN	938	1 540	1 780		
01AH005 MAMOZEKEL	1,18	12	13	W	43,1	69,8	83,0		
01AJ001 SAINT-JEAN[1]	1,04	24	54	3PLN	4 690	7 110	7 830	8 660	9 220
01AJ003 MEDUXNEKEAG	1,15	17	18	3PLN	245	418	486	575	642
01AJ004 BIG PRESQUE ISLE[2]	1,18	18	18	3PLN	92,1	147	170	200	224
01AJ010 BECAQUIMEC	1,16	11	12	3PLN	77,4	128	146		
01AJ011 COLD STREAM	1,38	12	12	3PLN	32,5	66,5	82,7		
01AK001 SHOGOMOC	1,03	16	64	3PLN	37,6	60,5	69,2	80,4	88,9
01AK004 SAINT-JEAN[3]	1,06	25	66	3PLN	5 340	7 760	8 590	9 610	10 300
01AK005 NORTH NASHWAAKSIS	1,48	20	20	3PLN	5,89	10,7	13,0	16,4	19,2
01AK007 NACKAWIC	1,13	17	18	3PLN	51,9	88,3	103	123	139
01AK008 EEL	1,03	12	12	3PLN	68,7	102	115		
01AL002 NASHWAAK	1,15	20	24	3PLN	293	585	722	918	1 080
01AL003 HAYDEN	1,80	12	15	W	2,23	4,32	5,61		
01AL004 NARROWS MTN	1,65	9	14	W	1,14	2,48	3,19		
01AM001 N.W. OROMOCTO	1,27	20	23	3PLN	109	241	329	484	636
01AN001 CASTAWAY	1,32	11	13	W	9,38	13,4	15,9		
01AN002 SALMON	1,17	9	12	3PLN	195	273	309		
01AP002 CANAAN	1,18	22	38	3PLN	141	200	219	240	255
01AP004 KENNEBECASIS	1,22	22	24	3PLN	229	444	544	688	807
01AP006 NEREPIS	1,59	9	10	W	75,1	137	167		
01AQ001 LEPREAU	1,21	22	69	3PLN	66,2	133	166	217	261
01AQ002 MAGAGUADAVIC	1,08	16	58	3PLN	227	370	429	509	571

TABLEAU 2 (suite)

RÉSULTATS DES ANALYSES DE LA FRÉQUENCE DE CRUE À UNE STATION UNIQUE, POUR L'ENSEMBLE DE LA PÉRIODE D'ENREGISTREMENT

STATION	RAPPORT QP/QD	NOMBRE DE POINTES DE CRUE	NOMBRE D'ANNÉES D'ENREGISTREMENT	DISTRIBUTION[6]	DÉBIT QUOTIDIEN MOYEN MAXIMAL QD2 (m^3/s)	QD10 (m^3/s)	QD20 (m^3/s)	QD50 (m^3/s)	QD100 (m^3/s)
01AR006 DENNIS[4]	1,29	15	19	GEV	25,1	37,5	42,7		
01AR006 BOCABEC	1,31	11	13	W	10,8	21,3	27,4		
01BC001 RESTIGOUCHE	1,04	23	25	SPLN	567	962	1 110	1 310	1 460
01BE001 UPSALQUITCH	1,07	21	57	SPLN	339	552	635	746	831
01BJ001 TETAGOUCHE	1,12	13	45	SPLN	72,7	109	121	137	148
01BJ003 JACQUET	1,20	20	21	SPLN	114	158	171	187	197
01BJ004 EEL	1,15	15	16	SPLN	25,7	43,0	52,0	65,6	77,5
01BJ007 RESTIGOUCHE	1,07	17	17	SPLN	1 540	2 590	2 990	3 520	3 930
01BK004 NEPISIQUIT	1,09	17	17	SPLN	344	636	763	937	1 080
01BL001 BASS	1,15	19	20	SPLN	40,5	68,6	81,0	98,4	112
01BL002 SOUTHWEST CARAQUET	1,19	15	16	GEV	34,1	61,4	80,1		
01BL003 TRACADIE	1,07	15	15	W	72,1	107	130		
01B0001 S.W. MIRAMICHI	1,13	20	40	SPLN	842	1 390	1 600	1 880	2 090
01B0002 RENOUS	1,21	18	20	SPLN	151	242	300	387	462
01B0003 BARNABY	1,09	12	13	SPLN	96,0	175	210		
01BP001 LITTLE S.W. MIRAMICHI	1,10	15	54	SPLN	231	476	605	804	978
01BQ001 N.W. MIRAMICHI[5]	1,16	20	24	SPLN	189	337	397	476	537
01BR001 KOUCHIBOUGUAC	1,22	15	18	SPLN	34,9	60,4	74,2	95,6	114
01BS001 COAL BRANCH	1,30	21	22	SPLN	45,3	63,3	68,8	75,4	79,9
01BU002 PETITCODIAC	1,28	22	24	W	88,4	132	156		
01BU003 TURTLE	1,45	22	25	SPLN	38,3	61,5	70,4	82,0	90,9
01BU004 PALMER	1,87	17	18	SPLN	12,8	22,2	25,9	30,6	34,2
01BV005 RATCLIFFE	1,36	7	11	SPLN	12,3	26,0	32,2		
01BV006 POINT WOLFE	1,97	20	22	SPLN	58,0	96,9	115	135	152
01BV007 UPPER SALMON	2,26	9	12	SPLN	82,3	142	167		
1010000 SAINT-JEAN	1,05	34	54	SPLN	671	947	1 030	1 130	1 190
1010500 SAINT-JEAN	1,06	37	57	SPLN	1 310	2 090	2 410	2 830	3 150

TABLEAU 2 (suite)

RÉSULTATS DES ANALYSES DE LA FRÉQUENCE DE CRUE À UNE STATION UNIQUE, POUR L'ENSEMBLE DE LA PÉRIODE D'ENREGISTREMENT

STATION	RAPPORT QP/QD	NOMBRE DE POINTES DE CRUE	NOMBRE D'ANNÉES D'ENREGISTREMENT	DISTRIBUTION[6]	DÉBIT QUOTIDIEN MOYEN MAXIMAL QD2 (m^3/s)	QD10 (m^3/s)	QD20 (m^3/s)	QD50 (m^3/s)	QD100 (m^3/s)
1013500 FISH	1,01	54	59	3PLN	232	329	360	395	420
1016500 MACHIAS	1,07	31	32	3PLN	159	279	333	407	467
1017900 MARLEY	2,37	18	18	3PLN	1,11	2,19	2,73	3,55	4,25
1018000 MEDUXNEKEAG	1,08	41	41	3PLN	89,3	148	170	199	220
01BD002 MATAPÉDIA	1,04	9	15	3PLN	449	666	782	963	1 120
01DL001 KELLEY	1,59	14	16	3PLN	23,0	40,9	48,7	59,5	68,1
01BF001 NOUVELLE	1,10	20	22	3PLN	265	412	465	553	583

1. Analyse de la fréquence avec données historiques fondées sur les registres à long terme des stations 01AK002 et 01AK004.
2. Analyse de la fréquence avec données historiques fondées sur les registres à long terme de la station 01AK001.
3. Données combinées des stations 01AK002 et 01AK004.
4. Analyse de la fréquence avec données historiques fondées sur les registres à long terme de la station 01AQ001.
5. Analyse de la fréquence avec données historiques fondées sur les registres à long terme de la station 01BF001.
6. 3PLN = distribution lognormale à trois paramètres; W = distribution de Wakeby; GEV = valeur extrême généralisée.

NOTA : Les valeurs de QD50 et de QD100 ont été exclues pour les stations hydrométriques où leur estimation n'était pas suffisamment fiable. L'utilisateur peut toujours obtenir les valeurs maximales annuelles du débit moyen quotidien les plus récentes auprès de la Direction générale des eaux intérieures afin de procéder à sa propre analyse de la fréquence de crue à une station unique.

Les noms complets de toutes les stations sont précisés au tableau 1.

À cause de la différence observée entre le régime d'écoulement des années 1970 et celui des périodes antérieures, nous avons également procédé à des analyses de la fréquence de crue à une station unique pour 37 stations en utilisant une période commune d'enregistrement s'étendant de 1970 à 1985. Afin d'accroître la durée de la période d'enregistrement, nous avons utilisé les données historiques fondées sur les registres à long terme de chacune des stations ou de stations avoisinantes, lorsque l'opération était possible et justifiée, afin d'établir une période de récurrence plus réaliste pour les événements extrêmes. Ces 37 analyses de la fréquence ont servi à élaborer des équations de la fréquence de crue régionale pour les crues de 2, 10, 20, 50 et 100 ans, à l'échelle de la province ainsi que pour chacune des régions homogènes de crues. Les résultats des analyses de la fréquence de crue à une station unique pour la période de 1970 à 1985 sont présentés au Tableau 3.

2.3 QUESTIONS RELATIVES À LA PÉRIODE D'ENREGISTREMENT

Comme il est devenu clair que de façon générale, le régime d'écoulement correspondant à la période de 1970 à 1985 était sensiblement différent de celui de la période précédente, il a été jugé inapproprié de combiner les échantillons représentant des périodes d'enregistrement différentes pour l'élaboration des rapports de la fréquence de crue régionale. Nous avons jugé que l'utilisation d'échantillons correspondant à des périodes d'enregistrement différentes allait à l'encontre des critères fondamentaux utilisés dans l'analyse de la fréquence de crue, y compris l'homogénéité et la stationnarité. Il faut reconnaître que la période de 1970

TABLEAU 3

RÉSULTATS DES ANALYSES DE LA FRÉQUENCE DE CRUE À UNE STATION UNIQUE

FONDÉES SUR LA PÉRIODE DE 1970 À 1985 AVEC DES DONNÉES HISTORIQUES

Stations	Débit quotidien moyen maximal				
	QD2 (m^3/s)	QD10 (m^3/s)	QD20 (m^3/s)	QD50 (m^3/s)	QD100 (m^3/s)
01AD002	2 550	3 240	3 460	3 720	3 900
01AD003	243	338	366	399	422
01AF002	3 600	4 840	5 240	5 720	6 070
01AF003	234	355	402	464	512
01AG002	34,3	50,4	57,2	66,7	74,1
01AJ001	5 470	7 470	8 120	8 910	9 460
01AJ003	243	415	482	570	637
01AJ004	93,6	148	170	199	222
01AK001	37,7	55,9	61,4	67,8	72,1
01AK004	6 090	8 360	9 160	10 200	10 900
01AK005	6,20	11,1	13,4	16,6	19,2
01AK007	54,4	89,3	103	120	133
01AL002	315	584	705	876	1 010
01AM001	130	298	358	422	460
01AP002	151	198	211	226	235
01AP004	234	412	493	610	705
01AQ001	63,4	112	135	169	197
01AR006	25,7	41,9	48,7	57,2	63,3
01BC001	591	965	1 130	1 350	1 530
01BD002	449	666	782	963	1 120
01BE001	394	549	594	645	679
01BF001	283	415	459	513	552
01BJ001	78,4	104	112	121	127
01BJ003	119	159	171	185	195
01BJ007	1 480	2 490	2 880	3 400	3 800
01BL001	42,8	74,4	88,0	107	122
01BL002	34,3	64,4	81,9	110	136
01B0001	971	1 520	1 700	1 930	2 100
01B0002	145	244	289	353	406
01BP001	238	425	528	691	837
01BQ001	221	360	411	475	523
01BR001	34,6	63,3	79,9	107	131
01BS001	45,3	64,3	72,2	82,8	91,2
01BU004	11,9	21,0	24,8	29,8	33,7
01BV006	59,0	93,8	108	128	144
01DL001	23,0	40,9	48,7	59,5	68,1
1010000	808	992	1 040	1 080	1 100

Nota : La distribution lognormale à trois paramètres est celle que nous avons choisie pour toutes les stations sauf 01AR006, ruisseau Dennis près de St. Stephen, et 01AM001, rivière Oromocto du Nord-Ouest à Tracy, pour lesquelles nous avons préféré la distribution de Wakeby à cause d'une très mauvaise correspondance visuelle des données de ces stations avec la distribution 3PLN. Les données historiques fondées sur les enregistrements à long terme ou les données des stations avoisinantes ont été utilisées partout où c'était possible.

à 1985 a été choisie d'une façon quelque peu arbitraire et que la disponibilité des données hydrométriques a pesé autant dans ce choix que n'importe quelle autre considération individuelle. Toutefois, en dépit de la réduction de la taille de l'échantillon, les résultats des analyses régionales fondées sur cette période commune ont été légèrement meilleurs que ceux d'une analyse semblable portant sur la période entière d'enregistrement jusqu'à 1985 et utilisant chacune des stations.

Il aurait été possible de dériver des équations régionales pour le bras principal du fleuve Saint-Jean à partir d'une période d'enregistrement beaucoup plus longue. Toutefois, des tests statistiques portant sur les bases de données des débits moyens quotidiens maximums ont révélé, pour plusieurs stations, une tendance ou un changement dans la moyenne lorsque la période était divisée en deux parties égales. Cette observation est venue confirmer nos craintes concernant l'existence de régimes de crue différents au Nouveau-Brunswick.

3.0 ANALYSES DE LA FRÉQUENCE DE CRUE RÉGIONALE

3.1 MÉTHODE D'ANALYSE

Comme les bassins hydrographiques et les caractéristiques à l'origine des crues diffèrent d'un bassin à l'autre, les résultats d'une analyse de la fréquence de crue à une station unique ne sont valables que pour les endroits situés sur le même cours d'eau, à la hauteur de la station hydrométrique ou près de cette dernière, ou pour des bassins semblables situés au voisinage. Toutefois, la majorité des projets de mise en valeur des ressources en eau sont habituellement entrepris à des endroits qui ne se prêtent pas au calcul proportionnel. Par conséquent, nous avons établi des rapports régionaux afin

d'obtenir les estimations des crues aux endroits où il n'y a pas de station de jaugeage. Ces rapports ont été établis pour l'ensemble de la province ainsi que pour les zones homogènes de crues présentant des caractéristiques physiographiques et climatiques semblables.

Pour la détermination de ces zones homogènes de crues au Nouveau-Brunswick, nous avons eu recours à un programme informatique appelé RFA3LN (R. Condie et K.D. Harvey, 1985) fondé sur la méthode de la crue standardisée. À partir de comparaisons statistiques des rapports de crue sans dimension et des similitudes physiographiques et climatiques, les régions initiales ont été délimitées. Une équation de régression régionale pour la crue à période de récurrence de deux ans a, par la suite, été déterminée pour chacune des régions, puis, les estimations des débits de crue régionale et celles à une station unique ont été comparées pour les stations situées près des frontières régionales. Cet exercice a amené une autre modification des régions homogènes de crues et ainsi, a permis de fixer les frontières régionales.

Pour le Nouveau-Brunswick, cinq régions homogènes de crues ont ainsi été définies (Figure 1) aux fins de l'établissement des rapports de débit de crue. Il s'agit des régions de l'est, du sud, du centre, du nord-ouest et du bras principal du fleuve Saint-Jean.

3.2 RÉSULTATS DE L'ANALYSE DE RÉGRESSION

L'analyse de régression régionale consiste à déterminer un rapport entre les débits de crue pour une période de récurrence donnée, à des endroits pour lesquels on possède des données sur l'écoulement, et des variables physiographiques ou climatiques (Tableau 4) permettant de décrire les bassins

versants s'écoulant à ces endroits. Les estimations de crue déterminées à partir des analyses de fréquence à une station unique pour une période d'enregistrement commune (1970-1985) ont été choisies afin de fournir une base uniforme de comparaison, puisque les années 1970 sont considérées comme des années à débits élevés partout dans la province.

Le logarithme du débit servant de variable dépendante et les logarithmes des facteurs physiographiques et climatiques servant de variables indépendantes, nous avons procédé à une analyse de régression multiple par étapes à l'aide des données énumérées aux Tableaux 3 et 4. Le Tableau 5 présente les équations correspondant aux périodes de récurrence de 2, 10, 20, 50 et 100 ans respectivement, lesquelles prennent la forme suivante :

$$\log_{10}QDT = k + a \log_{10}DA + b \log_{10}MAP \qquad (1)$$

où QDT est le maximum annuel du débit moyen quotidien (m^3/s) pour une période de récurrence de T années;

k est la constante de régression;

a et b sont les coefficients de régression;

DA représente la superficie du bassin hydrographique (km^2); et

MAP représente la précipitation annuelle moyenne (mm).

D'autres variables physiographiques et climatiques comme la superficie des lacs et des marécages, la pente, la forme, la longueur des cours d'eau et la teneur moyenne en eau de la couverture de neige ont été examinées mais elles n'ont pas permis d'expliquer davantage l'amplitude des crues dans les équations régionales.

L'analyse de régression a été effectuée non seulement pour l'ensemble de la province, mais également pour chaque région homogène de crues. Étant donné l'importante superficie des bassins hydrographiques représentés par les

TABLEAU 4

RÉSUMÉ DES DONNÉES
PHYSIOGRAPHIQUES ET CLIMATIQUES
CORRESPONDANT AUX STATIONS HYDROMÉTRIQUES CHOISIES

STATION		SUPERFICIE DU BASSIN HYDROGRAPHIQUE (km^2)	POURCENTAGE DE LACS ET DE MARÉCAGES	PRÉCIPITATION ANNUELLE MOYENNE (mm)	TENEUR EN EAU MOYENNE DE LA COUVERTURE DE NEIGE LE 31 MARS (mm)
01AD002	FLEUVE SAINT-JEAN À FORT KENT	14 700	5,71	997	231
01AD003	RIVIÈRE ST. FRANCIS À LA SORTIE DU LAC GLASIER	1 350	2,81	1 060	224
01AD004	FLEUVE SAINT-JEAN À EDMUNSTON	15 500	5,56	1 010	232
01AF002	FLEUVE SAINT-JEAN À GRAND-SAULT	21 900	4,90	1 010	231
01AF003	RIVIÈRE VERTE PRÈS DE RIVIÈRE-VERTE	1 150	1,21	1 070	252
01AG002	RIVIÈRE LIMESTONE À FOUR FALLS	199	9,78	975	159
01AG003	RIVIÈRE AROOSTOOK PRÈS DE TINKER	6 060	5,83	934	190
01AH005	RIVIÈRE MAMOZEKEL PRÈS DE CAMPBELL RIVER	230	0,04	1 030	198
01AJ001	FLEUVE SAINT-JEAN PRÈS DE FLORENCEVILLE	34 200	4,97	1 010	217
01AJ003	RIVIÈRE MEDUXNEKEAG PRÈS DE BELLEVILLE	1 210	5,61	958	157
01AJ004	RUISSEAU BIG PRESQUE ISLE À TRACEY MILLS	484	3,70	925	140
01AJ010	RUISSEAU BECAQUIMEC À COLDSTREAM	350	0,77	1 130	126
01AJ011	RUISSEAU COLD À COLDSTREAM	156	0,08	1 100	129
01AK001	RUISSEAU SHOGOMOC PRÈS DE LA ROUTE TRANSCANADIENNE	234	11,9	1 120	147
01AK004	FLEUVE SAINT-JEAN EN AVAL DE MACTAQUAC	39 900	5,33	1 010	205
01AK005	RUISSEAU NORTH NASHWAAKSIS PRÈS DE ROYAL ROAD	26,9	2,16	1 220	145
01AK007	RIVIÈRE NACKAWIC PRÈS DE TEMPERANCE VALE	240	5,11	1 060	129
01AK008	RIVIÈRE EEL PRÈS DE SCOTT SIDING	531	13,3	1 070	142
01AL002	RIVIÈRE NASHWAAK À DURHAM BRIDGE	1 450	1,39	1 210	167
01AL003	RUISSEAU HAYDEN PRÈS DE NARROWS MOUNTAIN	6,48	0,56	1 230	190
01AL004	RUISSEAU NARROWS MOUNTAIN PRÈS DE NARROWS MOUNTAIN	3,89	0,61	1 230	190
01AM001	RIVIÈRE OROMOCTO NORD-OUEST À TRACY	557	15,1	1 150	117
01AN001	RUISSEAU CASTAWAY PRÈS DE CASTAWAY	34,4	6,60	1 180	130
01AN002	RIVIÈRE SALMON À CASTAWAY	1 050	6,41	1 130	146
01AP002	RIVIÈRE CANAAN À EAST CANAAN	668	3,57	1 040	137
01AP004	RIVIÈRE KENNEBECASIS À APOHAQUI	1 100	0,72	1 190	108

TABLEAU 4 (suite)

RÉSUMÉ DES DONNÉES
PHYSIOGRAPHIQUES ET CLIMATIQUES
CORRESPONDANT AUX STATIONS HYDROMÉTRIQUES CHOISIES

STATION		SUPERFICIE DU BASSIN HYDROGRAPHIQUE (km^2)	POURCENTAGE DE LACS ET DE MARÉCAGES	PRÉCIPITATION ANNUELLE MOYENNE (mm)	TENEUR EN EAU MOYENNE DE LA COUVERTURE DE NEIGE LE 31 MARS (mm)
01AP006	RIVIÈRE NEREPIS PRÈS DE FOWLERS CORNER	293	1,28	1 140	110
01AQ001	RIVIÈRE LEPREAU À LEPREAU	239	10,2	1 240	101
01AQ002	RIVIÈRE MAGAGUADAVIC À ELMCROFT	1 420	7,39	1 175	126
01AR006	RUISSEAU DENNIS PRÈS DE ST. STEPHEN	115	8,37	1 160	110
01AR008	RIVIÈRE BOCABEC EN AMONT DE LA MARÉE	43,0	6,44	1 180	85
01BC001	RIVIÈRE RESTIGOUCHE EN AVAL DE KEDGWICK RIVER	3 160	0,73	1 140	240
01BE001	RIVIÈRE UPSALQUITCH À UPSALQUITCH	2 270	0,63	1 080	232
01BJ001	RIVIÈRE TETAGOUCHE PRÈS DE BATHURST-OUEST	363	2,24	988	235
01BJ003	RIVIÈRE JACQUET PRÈS DE DURHAM CENTRE	510	2,00	1 050	235
01BJ004	RIVIÈRE EEL PRÈS DE EEL RIVER CROSSING	88,6	0,68	1 100	216
01BJ007	RIVIÈRE RESTIGOUCHE EN AMONT DU RUISSEAU RAFTING GROUND	7 740	0,77	1 120	224
01BK004	RIVIÈRE NEPISIQUIT PRÈS DE PABINEAU FALLS	2 090	2,35	1 010	241
01BL001	RIVIÈRE BASS À BASS RIVER	175	8,11	1 010	209
01BL002	RIVIÈRE CARAQUET SUD-OUEST À BURNSVILLE	173	10,4	1 130	194
01BL003	RIVIÈRE TRACADIE À MURPHY BRIDGE CROSSING	383	2,34	1 090	204
01B0001	RIVIÈRE MIRAMICHI SUD-OUEST À BLACKVILLE	5 050	3,52	1 090	177
01B0002	RIVIÈRE RENOUS À MCGRAW BROOK	611	6,22	1 180	199
01B0003	RIVIÈRE BARNABY EN AVAL DE LA RIVIÈRE SEMIWAGAN	484	10,7	1 080	170
01BP001	RIVIÈRE LITTLE SOUTHWEST MIRAMICHI À LYTTLETON	1 340	5,06	1 180	222
01BQ001	RIVIÈRE MIRAMICHI NORD-OUEST À TROUT BROOK	948	3,96	1 130	213
01BR001	RIVIÈRE KOUCHIBOUGUAC PRÈS DE VAUTOUR	177	11,7	1 050	161
01BS001	RIVIÈRE COAL BRANCH À BEERSVILLE	166	5,23	1 070	150
01BU002	RIVIÈRE PETITCODIAC PRÈS DE PETITCODIAC	391	0,76	1 030	124

TABLEAU 4 (suite)

RÉSUMÉ DES DONNÉES
PHYSIOGRAPHIQUES ET CLIMATIQUES
CORRESPONDANT AUX STATIONS HYDROMÉTRIQUES CHOISIES

STATION		SUPERFICIE DU BASSIN HYDROGRAPHIQUE (km^2)	POURCENTAGE DE LACS ET DE MARÉCAGES	PRÉCIPITATION ANNUELLE MOYENNE (mm)	TENEUR EN EAU MOYENNE DE LA COUVERTURE DE NEIGE LE 31 MARS (mm)
01BU003	RUISSEAU TURTLE À TURTLE CREEK	129	0,31	1 310	125
01BU004	RUISSEAU PALMER PRÈS DE DORCHESTER	34,2	0,15	1 210	98
01BV005	RUISSEAU RATCLIFFE EN AVAL DU LAC OTTER	29,3	3,14	1 410	108
01BV006	RIVIÈRE POINT WOLFE AU PARC NATIONAL FUNDY	130	1,05	1 390	140
01BV007	COURS SUPÉRIEUR DE LA RIVIÈRE SALMON À ALMA	181	0,54	1 380	144
1010000	FLEUVE SAINT-JEAN À NINEMILE BRIDGE, MAINE	3 513	3,43	1 070	245
1010500	FLEUVE SAINT-JEAN À DICKEY, MAINE	7 022	2,70	1 030	239
1013500	RIVIÈRE FISH PRÈS DE FORT KENT, MAINE	2 287	15,1	928	223
1016500	RIVIÈRE MACHIAS PRÈS DE ASHLAND, MAINE	855	6,66	943	218
1017900	RUISSEAU MARLEY PRÈS DE LUDLOW, MAINE	3,81	4,20	975	170
1018000	RIVIÈRE MEDUXNEKEAG PRÈS DE HOULTON, MAINE	453	10,3	999	164
01BD002	MATAPEDIA EN AMONT DE LA RIVIÈRE ASSEMETQUAGAN, QUÉBEC	2 770	2,54	1 040	265
01DL001	RIVIÈRE KELLEY À EIGHT MILE FORD, N.-É.	63,2	4,29	1 250	100
01BF001	NOUVELLE AU PONT, QUÉBEC	1 140	0,17	1 060	228

TABLEAU 5

ÉQUATIONS DE RÉGRESSION RÉGIONALES

$$\log_{10}QDT = k + a \log_{10}DA + b \log_{10}MAP$$

Période de récurrence (années)	Région	k	a	b	r^2 multiple	erreur-type (%)
2	Province	-0,420	0,913	-	0,978	+21,3, -17,6
		-4,146	0,933	1,206	0,984	+18,1, -15,4
	Est	-0,650	1,001	-	0,962	+13,8, -12,1
	Centre	-0,570	0,965	-	0,997	+11,8, -10,6
	Sud	-0,181	0,840	-	0,957	+26,7, -21,1
		-10,626	0,894	3,343	0,993	+10,8, - 9,8
	Nord-ouest	-0,706	0,995	-	0,987	+14,6, -12,7
	Bras principal du fleuve Saint-Jean	-0,062	0,836	-	0,999	+ 2,8,- 2,7
10	Province	-0,146	0,888	-	0,967	+26,3, -20,8
		-5,696	0,918	1,797	0,981	+19.7, -16,5
	Est	0,059	0,786	-	0,974	+ 8,8, - 8,1
	Centre	-0,290	0,949	-	0,996	+11,8, -10,6
	Sud	-0,021	0,881	-	0,957	+28,0, -21,8
	Nord-ouest	-0,548	1,004	-	0,980	+19,2, -16,1
	Bras principal du fleuve Saint-Jean	-0,142	0,882	-	0,998	+ 4,1, - 3,9
20	Province	-0,055	0,878	-	0,960	+29,1, -22,5
		-6,170	0,910	1,980	0,977	+21,6, -17,8
	Est	0,368	0,684	-	0,957	+ 9,9, - 9,0
	Centre	-0,190	0,939	-	0,996	+12,6, -11,2
	Sud	0,039	0,887	-	0,958	+28,0, -21,9

TABLEAU 5 (suite)

ÉQUATIONS DE RÉGRESSION RÉGIONALES

$$\log_{10}QDT = k + a \log_{10}DA + b \log_{10}MAP$$

Période de récurrence (années)	Région	k	a	b	r^2 multiple	erreur-type (%)
	Nord-ouest	-0,509	1,009	-	0,976	+20,9, -17,3
	Bras principal du fleuve Saint-Jean	-0,188	0,901	-	0,998	+ 4,4, - 4,3
50	Province	0,052	0,864	-	0,948	+33,3, -25,0
		-6,759	0,900	2,206	0,970	+24,9, -19,9
	Est	0,759	0,552	-	0,872	+14,7, -12,9
	Centre	-0,078	0,930	-	0,994	+15,4, -13,3
		-11,195	0,986	3,571	0,999	+ 7,9, - 7,3
	Sud	0,110	0,892	-	0,958	+28,2, -22,0
	Nord-ouest	-0,470	1,017	-	0,972	+23,3, -18,9
	Bras principal du fleuve Saint-Jean	-0,269	0,928	-	0,998	+ 4,5, - 4,3
100	Province	0,124	0,855	-	0,937	+37,0, -27,0
		-7,150	0,894	2,355	0,962	+28,1, -22,0
	Est	1,046	0,454	-	0,733	+19,5, -16,3
	Centre	-0,001	0,923	-	0,991	+18,4, -15,5
		-13,873	0,993	4,456	0,999	+ 7,0, - 6,5
	Sud	0,162	0,893	-	0,957	+28,6, -22,2
	Nord-ouest	-0,447	1,023	-	0,968	+25,3, -20,2
	Bras principal du fleuve Saint-Jean	-0,311	0,943	-	0,998	+ 4,6, - 4,4

stations hydrométriques du fleuve Saint-Jean, une seule station, fleuve Saint-Jean à Nine Mile Bridge, a été utilisée pour élaborer l'équation provinciale. Le Tableau 5 présente également les équations parvenues à diverses étapes avant l'équation finale, puisqu'elles peuvent servir à obtenir plus facilement une estimation de crue. Nous laissons à l'utilisateur le soin de décider si le gain en exactitude justifie l'effort nécessaire pour obtenir des données physiographiques et climatiques plus précises.

Le coefficient de détermination, r^2, qui est une expression de l'importance du rapport linéaire entre les variables dépendantes et indépendantes, ainsi que l'erreur-type de l'estimation paraissent également au Tableau 5.

Les équations élaborées sont très sensibles à la précipitation annuelle moyenne (MAP) et, dans une moindre mesure, à la superficie du bassin hydrographique (DA). Une erreur de 5 % dans l'estimation de la valeur MAP peut mener à un écart de 20 % dans l'estimation de la crue, tandis qu'une erreur de 5 % dans l'estimation de la valeur DA entraînera une erreur d'environ 5 % dans l'estimation de la crue. Les équations présentant des coefficients de régression plus grands sont plus sensibles aux variables dont les coefficients sont plus grands.

Le Tableau 6 précise l'étendue de la variation des valeurs des paramètres physiographiques et climatiques utilisées pour dériver les équations. Les équations ne devraient pas être utilisées pour les cas se situant à l'extérieur de ces limites. Comme ces équations permettent une meilleure estimation aux alentours des valeurs médianes des paramètres, les estimations des crues qui utilisent des valeurs de DA ou de MAP situées près de limites supérieures ou inférieures présentent une plus grande incertitude.

TABLEAU 6

ÉTENDUE DES VARIABLES INDÉPENDANTES UTILISÉES DANS LES ÉQUATIONS DE RÉGRESSION

Région	Type d'équation	Étendue	Nombre de stations
Province	QD2 - QD100	26,9 km^2 < DA < 7 740 km^2	33
	QD2 - QD100	925 mm < MAP < 1 390 mm	33
	QP/QD	3,81 km^2 < DA < 7 740 km^2	55
Est	QD2 - QD100	166 km^2 < DA < 668 km^2	7
	QP/QD	34,4 km^2 < DA < 1 050 km^2	11
	QP/QD	130 mm < SNOW < 235 mm	11
Centre	QD2 - QD100	26,9 km^2 < DA < 5 050 km^2	6
	QD2 - QD100	1 095 mm < MAP < 1 220 mm	6
	QP/QD	26,9 km^2 < DA < 5 050 km^2	10
Sud	QD2 - QD100	34,2 km^2 < DA < 1 100 km^2	7
	QD2 - QD100	1 153 mm < MAP < 1 390 mm	7
	QP/QD	29,3 km^2 < DA < 1 420 km^2	12
	QP/QD	0,15 % < %LS < 15,1 %	12
Nord-ouest	QD2 - QD100	199 km^2 < DA < 7 740 km^2	12
	QP/QD	3,81 km^2 < DA < 7 740 km^2	19
Bras principal du fleuve Saint-Jean	QD2 - QD100	3 510 km^2 < DA < 39 900 km^2	5

Il faut faire preuve de prudence lorsqu'on utilise ces équations avec un bassin hydrographique urbanisé ou déboisé puisque les rapports régionaux n'ont pas été élaborés pour ces conditions.

3.3 RAPPORTS ENTRE LE DÉBIT DE POINTE ET LE DÉBIT QUOTIDIEN MAXIMAL

Comme le montre le Tableau 1, la plupart des stations hydrométriques utilisées pour la présente analyse présentent une période d'enregistrement plus courte pour les débits instantanés annuels maximums (QP) que pour les débits quotidiens moyens annuels maximums (QD). Par conséquent, une analyse régionale utilisant QP comme variable dépendante s'appuierait sur un nombre moins grand de stations possédant au moins 10 années d'enregistrements et donnerait des estimations moins exactes des débits à longue période de récurrence à cause de la durée plus courte de la période d'enregistrement.

Une des façons de contourner ce problème consiste à procéder à une analyse de régression en utilisant les rapports moyens QP/QD pour toutes les stations, tels que présentés au Tableau 2. Le rapport du débit instantané maximum annuel sur le débit quotidien moyen maximum annuel est relativement constant d'une année à l'autre pour la plupart des bassins, notamment les plus grands. Toutefois, pour les bassins d'une superficie inférieure à 100 km^2, les différences peuvent être significatives (voir l'Annexe I).

Nous avons procédé à une analyse de régression multiple par étapes pour obtenir des équations du type :

$$\log_{10}QP/QD = e + f \log_{10}DA + g \log_{10}SNOW + h \log_{10}\%LS \qquad (2)$$

où QP/QD est le rapport entre le débit de pointe maximum annuel et le débit quotidien moyen correspondant;

e est la constante de régression;

f, g et h sont les coefficients de régression;

DA est la superficie du bassin hydrographique (km^2);

SNOW est la teneur en eau moyenne de la couverture de neige le 31 mars (mm); et

%LS est le pourcentage de la superficie recouverte de lacs et de marécages.

Les résultats de l'analyse de régression pour l'ensemble de la province ainsi que pour chacune des zones homogènes de crues sont présentés au Tableau 7. L'étendue de la variation des valeurs des paramètres physiographiques et climatiques appropriés est précisée au Tableau 6. Pour le bras principal du fleuve Saint-Jean, il n'a pas été possible de déterminer une équation, car le facteur permettant d'expliquer la plus grande variation n'était pas statistiquement significatif. Par conséquent, nous recommandons une valeur moyenne de 1,06.

4.0 COURBES ENVELOPPES DE LA FRÉQUENCE DE CRUE

L'utilisation de courbes enveloppes est une façon rapide et relativement simple d'évaluer les débits de crue. Toutefois, leur utilisateur doit se rappeler qu'elles donnent des résultats moins exacts que les autres méthodes abordées dans le présent rapport.

Des courbes enveloppes ont été élaborées pour des débits moyens quotidiens à période de récurrence de 2, 10, 20, 50 et 100 ans présentés au Tableau 3. Elles ont été ajustées en fonction des débits de pointe à l'aide des rapports QP/QD du Tableau 2. Nous avons utilisé un facteur de débit de pointe plus élevé pour les petits bassins. Pour l'élaboration de ces courbes, nous avons déterminé qu'il était possible de regrouper les régions nord-ouest

et sud d'une part, et les régions est et centre d'autre part. Par conséquent, deux séries de courbes enveloppes ont été élaborées : une pour chaque groupe de deux régions (Figures 2 et 3).

Les courbes enveloppes de la période de récurrence de 100 ans ont été comparées à celles élaborées pour les débits quotidiens maximums enregistrés à la fin des années 1960 (Montreal Engineering Co. Ltd., 1969). Elles ont tendance à passer entre les courbes supérieure et inférieure obtenues par la Montreal Engineering, en s'approchant cependant de la limite supérieure. Ce résultat paraît raisonnable puisque les courbes enveloppes présentées ici se rapportent aux débits instantanés.

En général, l'utilisation des courbes produites dans le présent rapport aura tendance à donner une estimation du débit plus élevée. Toutefois, pour les bassins plus petits ou à pente plus accentuée, notamment ceux qui se déversent dans la Baie de Fundy, ces courbes risqueront vraisemblablement de sous-estimer les débits de crue. Par contre, les estimations du débit de crue pour les bassins hydrographiques présentant une capacité significative de retenue sous forme de lacs et de marécages pourront avoir tendance à être sensiblement surestimées. Dans de tels cas, les méthodes décrites dans le chapitre précédent sont recommandées. Compte tenu de la densité des stations hydrométriques situées sur le fleuve Saint-Jean et de la facilité relative d'utilisation des équations de régression régionales, les techniques décrites dans le chapitre précédent portant sur l'analyse de la fréquence de crue régionale sont recommandées pour tous les endroits situés sur le fleuve.

Des équations présentant la forme $QPT = c\ DA^{d}$ ont été élaborées pour décrire les courbes enveloppes. Les valeurs des coefficients c et d sont précisées sur les Figures 2 et 3.

TABLEAU 7

ÉQUATIONS DE RÉGRESSION RÉGIONALES DE QP/QD

$$\log_{10}QP/QD = e + f \log_{10}DA + g \log_{10}SNOW + h \log_{10}\%LS$$

Région	e	f	g	h	r^2 multiple	erreur-type (%)
Province	0,303	-0,082	-	-	0,519	+14,7, -12,8
Est	0,170	-0,037	-	-	0,326	+ 5,4, - 5,1
	0,466	-0,032	-0,138	-	0,594	+ 4,4, - 4,2
Centre	0,288	-0,074	-	-	0,906	+ 5,7, - 5,4
Sud	0,326	-0,073	-	-	0,167	+24,1, -19,4
	0,291	-0,045	-	-0,091	0,519	+18,9, -15,9
Nord-ouest	0,291	-0,082	-	-	0,596	+13,0, -11,5
Bras principal du fleuve Saint-Jean	-- pas d'équation, utiliser QP/QD = 1,06 --					

Nota : Si l'équation de régression donne une valeur de QP/QD inférieure à l'unité, ce qui peut arriver avec les très grands bassins hydrographiques, on devrait utiliser un rapport QP/QD de 1,0. Les équations QP/QD pour les régions de l'est et du sud ne sont pas statistiquement significatives mais elles ont néanmoins été incluses car l'équation correspondant à l'ensemble de la province laissait voir une distorsion pour ces régions. Une comparaison entre les valeurs réelles de QP/QD pour la région est et les valeurs de QP/QD dérivées de l'équation provinciale montre que cette dernière donne une prévision presque toujours trop grande du rapport QP/QD. De la même façon, pour la région sud à l'ouest du fleuve Saint-Jean, le rapport QP/QD est surestimé par l'équation provinciale alors qu'il est presque toujours sous-estimé pour la région sud située à l'est du fleuve Saint-Jean.

Courbes Enveloppes
Du Débit Instantané
Régions Nord-Ouest et Sud

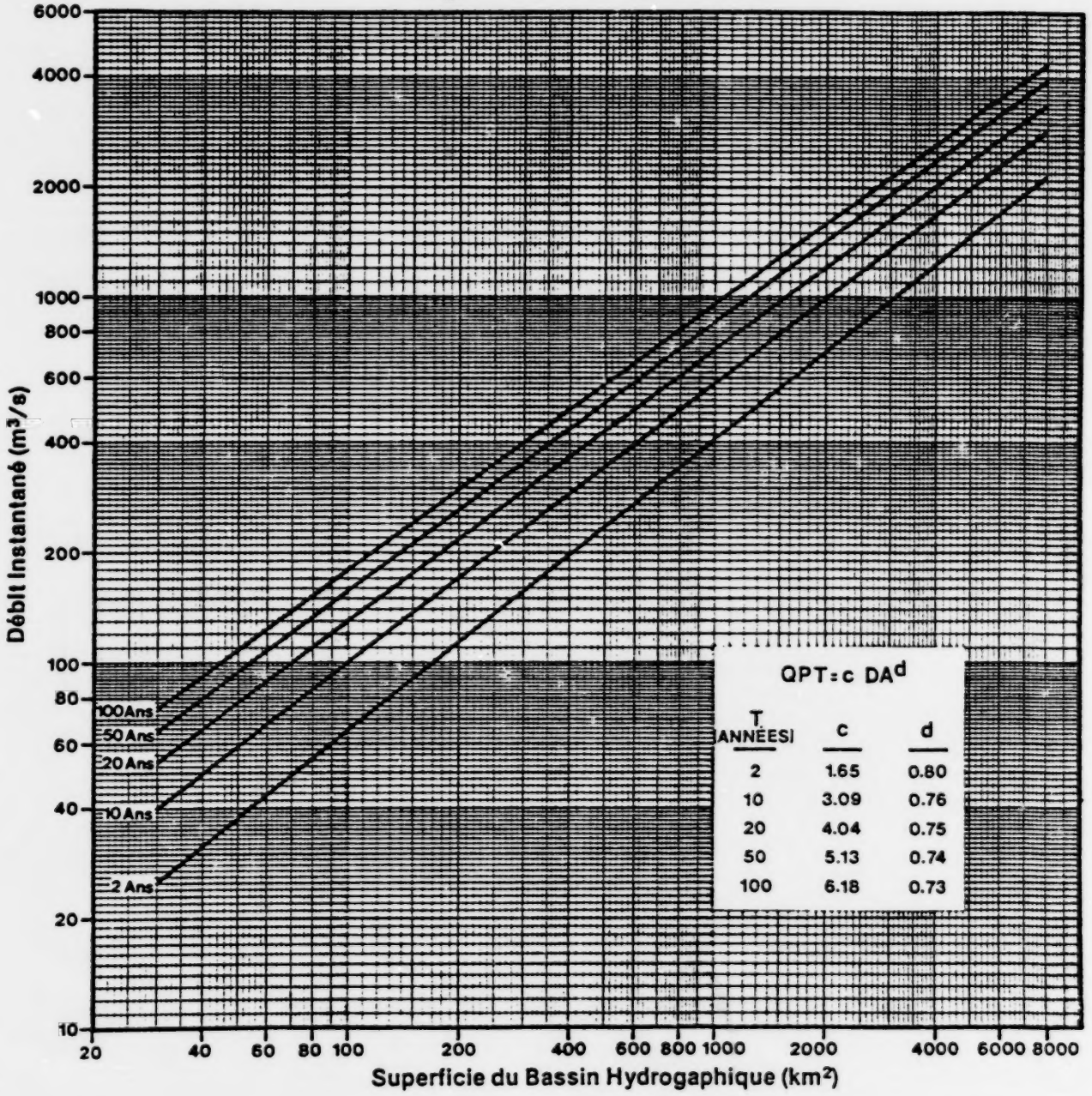


Figure 2

Courbes Enveloppes
Du Débit Instantané
Régions Est et Centre

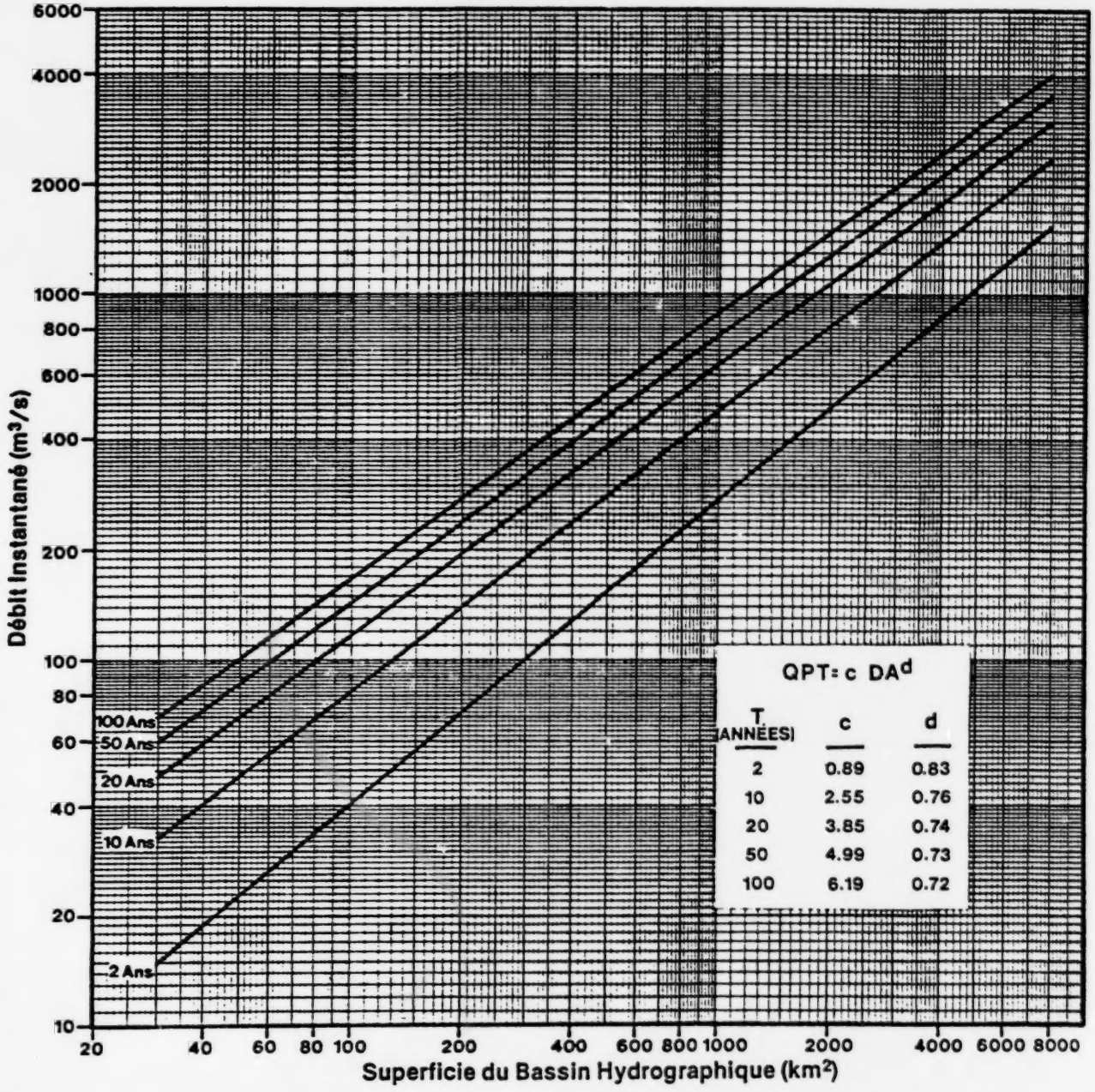


Figure 3

5.0 DESCRIPTION DE LA MÉTHODE ET EXEMPLES

5.1 DESCRIPTION DE LA MÉTHODE

Nous décrivons ci-après la façon d'estimer les débits de crue nominale à l'aide des résultats de la présente étude. Les diverses étapes énumérées dans cette description sont précisées à la seule fin de servir de guide à l'utilisateur du présent rapport. Dans de nombreux cas, ce dernier pourra décider d'utiliser un débit de crue instantané au lieu d'un débit de crue moyen quotidien.

La méthode à utiliser pour l'estimation du débit de crue à un endroit pourvu d'une station de jaugeage (hydrométrique) diffère de celle utilisée pour un endroit dépourvu d'une telle station. Les deux sont donc décrites séparément ci-après.

5.1.1 Estimation du débit de crue à un endroit pourvu d'une station de jaugeage

1) Identifier le nom et le numéro de la station hydrométrique pour laquelle on souhaite obtenir une estimation du débit de crue. Le Tableau 1 donne le nom complet et le numéro de chaque station.
2) Utiliser les résultats de l'analyse de fréquence de crue à une station unique (Tableaux 2 et 3) et choisir le débit moyen quotidien pour les périodes de récurrence requises.
3) On cherche la plupart du temps à obtenir un débit de crue instantané. Il suffit pour cela de multiplier le débit moyen quotidien pour la période de récurrence requise par le rapport du débit de pointe instantané sur le débit moyen quotidien (QP/QD) pour la station (Tableau 2).
4) Pour l'analyse de la fréquence à une station unique, on peut avoir recours à des données plus récentes, lorsqu'elles sont disponibles.

5) Si une station de jaugeage du débit naturel possédait moins de 10 années d'enregistrements à la fin de 1985, elle ne sera pas mentionnée au Tableau 1. Dans ce cas, l'utilisateur est prié de se reporter à l'étape 4 ci-haut ou à la section 5.1.2 portant sur les endroits non pourvus d'une station de jaugeage. De la même façon, si les estimations de QD50 et de QD100 ne sont pas fournies au Tableau 2, l'utilisateur peut se reporter à la section 5.1.2.

5.1.2 Estimation du débit de crue aux endroits non pourvus d'une station de jaugeage

1) Localiser l'endroit sur une carte topographique et tracer la ligne de faîte à partir de ce point.
S'inspirer du guide suivant pour le choix de l'échelle des cartes de la Série nationale de référence cartographique (SNRC).

Superficie en km^2	Échelle
> 2 000	1:250 000
200 à 2 000	1: 50 000
< 200	Utiliser des photographies aériennes ou des cartes à échelle plus grande en se servant pour guide d'une carte 1:50 000.

2) Déterminer la surperficie du bassin hydrographique (DA) en km^2 en amont de l'endroit. La superficie du bassin hydrographique est un paramètre essentiel pour toutes les équations de régression.

Consulter la Figure 1 pour déterminer dans quelle région se situe le bassin en question. Si la superficie est inférieure à 100 km^2, les équations régionales et les courbes enveloppes ne devraient pas être utilisées sauf, peut-être, pour fins de comparaison avec d'autres méthodes. Les méthodes décrites en Annexe I servent à obtenir les débits nominaux pour les petits bassins.

3) Pour obtenir une estimation préliminaire du débit de crue, utiliser les courbes enveloppes des Figures 2 ou 3. Pour une estimation plus exacte, recourir aux méthodes décrites ci-après. Les débits obtenus au moyen des courbes enveloppes auront tendance à être surestimés sauf pour les bassins petits ou à pente accentuée où ils risqueront au contraire d'être sous-estimés. Pour cette raison, l'utilisateur voudra peut-être utiliser les équations régionales avec une période de récurrence plus longue, pour fins de comparaison. Il devrait ainsi pouvoir déterminer si la courbe enveloppe donne des estimations trop grandes.

4) Déterminer s'il existe près de là une station hydrométrique située sur le même cours d'eau. Dans la négative, passer à l'étape 5. S'il y a une station hydrométrique sur le même cours d'eau, procéder comme suit :

Si le bassin versant dont le débit est mesuré à la station de jaugeage ne s'écarte pas de plus de 10 % (en règle générale), en plus ou en moins, de celui dont le débit est mesuré à l'endroit visé, le résultat d'une analyse de la fréquence de crue à une station unique correspondant à une station avoisinante pourra

être ajusté en multipliant par le rapport des superficies des bassins hydrographiques. Il faudra peut-être aussi procéder à certains ajustements afin de tenir compte des effets dus à des paramètres physiographiques et hydrométéorologiques différents. Si la différence entre les deux bassins est supérieure à 10 %, le calcul proportionnel devra être effectué avec le plus grand soin. En général, le calcul proportionnel ne devrait pas être utilisé lorsque la différence de superficie dépasse 50 %. Plus cette différence de la superficie sera grande, plus grande sera l'incertitude de l'estimation du débit de crue.

Dans de tels cas, il est préférable d'utiliser un exposant inférieur à l'unité pour le calcul proportionnel. L'utilisation d'un exposant égal à l'unité signifie que l'estimation de la fréquence de crue à une station unique est multipliée par la superficie correspondant à l'endroit visé puis divisée par la superficie correspondant à la station hydrométrique. Avec un exposant de calcul proportionnel, le rapport des deux superficies est élevé à une puissance donnée puis multiplié par le résultat d'une analyse de la fréquence de crue à une station unique. L'exposant utilisé est tiré du Tableau 5. Il s'agit du coefficient "a" des équations de régression dans lesquelles la superficie du bassin hydrographique est le seul facteur physiographique significatif. Lorsque la valeur de "a" est supérieure à 1,0, on utilise un exposant égal à l'unité. Aux fins de comparaison, les débits de crue peuvent également être estimés à l'aide des équations de régression en suivant les étapes 5 à 9 décrites ci-après.

5) Choisir les constantes et les coefficients appropriés au Tableau 5 pour les débits de crue moyens quotidiens correspondant à la période de récurrence voulue et pour les régions voulues. Lorsqu'aucun coefficient de régression n'est mentionné, le terme peut être omis. Par exemple, si aucune valeur du coefficient de régression "b" n'est donnée, le terme b $\log_{10}$MAP est exclu de l'équation.

   Dans la plupart des cas, deux coefficients suffisent pour utiliser une équation de régression. Il s'agit de la constante de régression "k" et du coefficient de régression "a" que l'on trouve dans le terme a $\log_{10}$DA, où DA est la superficie du bassin hydrographique en km^2. Noter que deux séries de constantes et de coefficients peuvent être présentées pour la même période de récurrence et pour la même région. La série inférieure donne une estimation du débit de crue avec une erreur-type plus faible, mais elle exige que l'on précise la valeur de la précipitation annuelle moyenne.

6) Estimer le paramètre supplémentaire MAP si nécessaire. La précipitation annuelle moyenne (MAP), mesurée en mm, doit être estimée si l'on souhaite utiliser la valeur du coefficient "b" donnée au Tableau 5. Déterminer la précipitation annuelle moyenne pour le bassin hydrographique à l'aide de la Figure 4. Le calcul d'une valeur moyenne pondérée constitue la meilleure solution. L'interpolation à l'aide des données des stations météorologiques avoisinantes est aussi acceptable, mais elle n'est pas aussi exacte, en particulier dans le cas des grands bassins.

7) S'assurer que les paramètres ne s'écartent pas de la gamme des valeurs pour lesquelles les équations sont jugées utilisables, tel que précisé au Tableau 6. Plus la valeur d'un paramètre s'approche des limites de l'étendue précisée pour ce dernier, moins certaines seront les estimations du débit.

   Si un paramètre tombe à l'extérieur de l'étendue précisée, il est recommandé d'utiliser une équation excluant ce paramètre. Dans une telle situation, la valeur estimative du débit sera moins fiable à cause de l'augmentation de l'erreur-type de l'estimation. L'utilisation d'une équation de rechange éliminera le paramètre problème des calculs mais ce dernier risquera tout de même d'avoir un effet significatif sur les débits.

   La superficie du bassin hydrographique (DA) est le paramètre le plus important; elle apparaît dans toutes les équations de régression. Si sa valeur tombe à l'extérieur de l'étendue prévue, les équations ne pourront pas donner d'estimations satisfaisantes du débit de crue.

8) Calculer les débits de crue moyens quotidiens estimatifs à l'aide des équations choisies, en utilisant les paramètres, les constantes et les coefficients pertinents.

9) Comparer le débit estimatif en utilisant une autre série d'équations, soit celle correspondant à la province entière ou, le cas échéant, celle d'une région adjacente.

   Il faut faire preuve de la plus grande rigueur et tenir compte de tous les paramètres qui risquent d'influer sur les débits de crue.

Pour obtenir des estimations du débit de crue de pointe instantané, franchir les étapes 10 à 12. Pour les petits bassins (moins de 100 km^2), on devrait éviter les équations de QP/QD régionales. Pour de tels bassins, le rapport QP/QD peut être extrêmement élevé. Il peut même dépasser 5 pour les bassins à pente accentuée donnant sur la Baie de Fundy. Pour la station 1017900, Marley Brook près de Ludlow (Maine), on a même enregistré un rapport QP/QD de 5,88. L'utilisateur est prié de se reporter à l'Annexe I pour la détermination des débits instantanés dans les petits bassins.

10) Choisir les constantes et les coefficients appropriés au Tableau 7 pour la période de récurrence et la région voulues afin d'appliquer l'équation de régression permettant d'estimer le rapport du débit de pointe instantané (QP) sur le débit quotidien moyen (QD). Si l'on obtient une valeur inférieure à l'unité, utiliser 1,0.

11) Estimer des paramètres supplémentaires, si nécessaire. On pourra peut-être estimer un paramètre supplémentaire pour les régions sud et est afin de produire un rapport QP/QD présentant une erreur-type plus faible. Pour l'équation de la région est, si l'on doit utiliser une valeur du coefficient "g" du Tableau 7, il faudra déterminer la teneur moyenne en eau de la couverture de neige le 31 mars (SNOW) pour ce bassin en utilisant la Figure 5. La méthode la plus exacte, comme dans le cas de MAP, consiste à avoir recours à une valeur moyenne pondérée.

Pour la région sud, s'il est nécessaire d'utiliser une valeur du coefficient "h" du Tableau 7, il faudra déterminer le pourcentage de lacs et de marécages (%LS) par planimétrie, à

l'aide de cartes topographiques. On devrait toujours utiliser des cartes topographiques au 1:50 000 ou à échelle plus grande, sauf pour les bassins de superficie inférieure à 200 km^2 où l'on recommande plutôt d'utiliser des cartes au 1:10 000. Les cartes au 1:250 000 ou à échelle plus réduite ne devraient jamais être utilisées, car les bassins peuvent souvent comporter beaucoup de petits lacs qui ne figurent pas sur ces cartes. Par souci d'uniformité avec la base de données présentée au Tableau 4, si la rivière est suffisamment large pour que l'on distingue ses deux rives sur une carte au 1:50 000, la surface de la rivière devrait être assimilée à la surface d'un lac. La délimitation de la superficie d'un marécage peut être quelque peu subjective; c'est là le seul paramètre physiographique qui risque de poser un problème. Comme la détermination de la valeur de %LS peut prendre énormément de temps, on devrait, avant de commencer, songer à ce que devra être l'erreur-type acceptable.

12) Puisque les variables physiographiques ne sont pas aussi étroitement liées à la valeur de QP/QD qu'aux débits de crue moyens quotidiens, comme en font d'ailleurs foi les valeurs plus faibles des r^2 multiples au Tableau 7, il peut être utile d'utiliser un certain nombre des équations applicables et de choisir parmi elles la valeur de QP/QD la plus élevée. Après la détermination du rapport QP/QD, multiplier par la valeur du débit moyen quotidien, QD, pour obtenir le débit instantané de pointe, QP.

5.2 EXEMPLES DE CALCULS

Les exemples donnés ci-après devraient aider l'utilisateur à mieux comprendre comment fonctionnent les méthodes décrites ci-haut.

Exemple un : ESTIMATION DES DÉBITS DE CRUE MOYENS QUOTIDIENS À LA HAUTEUR D'UNE STATION DE JAUGEAGE.

Déterminer : Le débit de crue moyen quotidien correspondant à une période de récurrence de 100 ans, QD100, pour le fleuve Saint-Jean à Fort Kent.

Superficie du bassin : Selon le Tableau 1 intitulé "Résumé des informations hydrologiques recueillies dans des stations hydrométriques choisies", la superficie du bassin hydrographique situé en amont du fleuve Saint-Jean à Fort Kent, c'est-à-dire en amont de la station n° 01AD002, est de 14 700 km^2.

Solution : 1) Analyse de la fréquence à une station unique

À l'aide du Tableau 1, on constate que la station Fleuve Saint-Jean à Fort Kent porte le n° 01AD002. À partir du Tableau 2 intitulé "Résultats des analyses de la fréquence de crue à une station unique, pour l'ensemble de la période d'enregistrement", on obtient un débit de crue QD100 de 4 490 m^3/s. On peut également obtenir une estimation de QD100 pour le fleuve Saint-Jean à Fort Kent à partir du Tableau 3 intitulé "Résultats des analyses de la fréquence de crue à une station unique fondées sur la période de 1970 à 1985 avec des données historiques". On obtient ainsi 3 900 m^3/s. Si l'on peut obtenir davantage de données, par exemple, celles recueillies depuis 1985, il est possible de procéder à une analyse de la fréquence de crue à une station unique.

2) Analyse de la fréquence de crue régionale

À partir du Tableau 5, intitulé "Équations de régression régionales", on obtient les coefficients de régression à utiliser dans l'équation de régression régionale pour le bras principal du fleuve Saint-Jean, c'est-à-dire k = -0,311 et a = 0,943 pour une période de récurrence de 100 ans.

En substituant ces valeurs dans l'équation

$\log_{10} QD100 = k + a \log_{10} DA;$

on obtient

$\log_{10} QD100 = -0,311 + 0,943\ (4,167);$

c'est-à-dire

$\log_{10} QD100 = 3,619$

donc,

$QD100 = 10^{3,619} = \underline{4\ 160\ m^3/s}$

Résultats : Les valeurs estimatives obtenues pour le débit moyen quotidien correspondant à une période de récurrence de 100 ans, sur le fleuve Saint-Jean à la hauteur de Fort Kent (station n° 01AD002) sont donc les suivantes :

Selon l'analyse de fréquence à une station unique,

pour la totalité de la période d'enregistrement	-4 449 m^3/s
pour la période de 1970 à 1985	-3 900 m^3/s
En utilisant l'équation pour le bras principal du fleuve Saint-Jean	-4 160 m^3/s

Commentaires :

L'équation de régression pour l'ensemble de la province ne devrait pas être utilisée pour l'estimation des débits de crue sur le bras

principal du fleuve Saint-Jean. Comme les stations de jaugeage situées sur le bras principal du fleuve Saint-Jean desservent des bassins hydrographiques beaucoup plus grands que les autres stations du Nouveau-Brunswick, une seule d'entre elle a été retenue pour l'élaboration de l'équation correspondant à l'ensemble de la province. Les équations de régression correspondant aux régions nord-ouest, centre, est ou sud ne devraient pas non plus servir à l'estimation des débits de crue du fleuve Saint-Jean. Le présent exemple utilisait les résultats d'une analyse de la fréquence de crue à une station unique effectuée pour une station de jaugeage possédant suffisamment de mesures de l'écoulement naturel. Pour la plupart des projets de mise en valeur des ressources en eau, de telles informations ne seront pas disponibles. Lorsqu'on choisit d'utiliser une valeur de QD100 à des fins de conception de projets, il faut apporter un soin particulier à l'évaluation du degré de risques acceptable en tenant compte d'un certain nombre de facteurs, y compris le coût et l'importance de la structure. Les concepteurs expérimentés choisissent souvent l'estimation la plus grande car c'est elle qui offre la meilleure marge de sécurité, en particulier dans les cas où il peut y avoir risques de blessures ou de pertes de vie.

Exemple deux : ESTIMATION DES DÉBITS DE CRUE MOYENS QUOTIDIENS À UN ENDROIT DÉPOURVU DE STATION DE JAUGEAGE

Habituellement, les stations de jaugeage ne sont situées ni à côté ni dans le voisinage des projets de mise en valeur des ressources et il est nécessaire d'utiliser les équations de régression régionales ou d'autres méthodes afin d'estimer les débits de crue à la hauteur du projet. Dans

l'exemple précédent, une seule équation de régression régionale était applicable. Pour cet exemple-ci, l'emplacement choisi (rivière Southwest Miramichi, près de Juniper at the Forks) ne laisse pas un choix aussi évident.

Déterminer : Le débit moyen quotidien correspondant à une période de récurrence de 20 ans, QD20, pour la rivière Southwest Miramichi, près de Juniper at the Forks.

Superficie du bassin : La ligne de faîte a été tracée sur une carte topographique au 1:50 000 et la superficie du bassin a été évaluée, par planimétrie, à environ 673 km^2.

Solution :

Selon la Figure 1 intitulée "Régions homogènes de crues et stations hydrométriques utilisées dans l'analyse", la rivière Southwest Miramichi, près de Juniper at the Forks, se situe dans la région du centre. Toutefois, la partie du bassin hydrographique située en amont borde la région nord-ouest. Par conséquent, nous utiliserons tour à tour les équations de régression régionales des régions du centre et du nord-ouest ainsi que l'équation de régression provinciale afin d'en comparer les résultats.

La superficie du bassin hydrographique (673 km^2) se situe à l'intérieur des limites de superficie acceptables précisées pour les trois équations au Tableau 6 : "Étendue des variables indépendantes utilisées dans les équations de régression".

Avec l'équation de la région du centre :

Selon le Tableau 5, pour une période de récurrence de 20 ans, les valeurs de "k" et de "a" à inclure dans l'équation de régression pour la région du centre sont -0,190 et 0,939 respectivement.

En substituant ces valeurs dans l'équation :

$\log_{10} QD20 = k + a \log_{10} DA$

On obtient $QD20 = 10^{2,465} = \underline{292\ m^3/s}$

Avec l'équation de la région du nord-ouest :

L'équation de régression pour la région du nord-ouest prend elle aussi la forme :

$\log_{10} QD20 = k + a \log_{10} DA$

Selon le Tableau 5, pour une période de récurrence de 20 ans, les valeurs de "k" et de "a" à utiliser dans l'équation de régression pour la région du nord-ouest sont -0,509 et 1,009 respectivement.

La subtitution de ces valeurs dans l'équation susmentionnée nous donne le résultat suivant :

$QD20 = 10^{2,344} = \underline{221\ m^3/s}$

Avec l'équation provinciale :

Il existe deux équations provinciales ayant chacune ses coefficients de régression et ses erreurs-types.

L'équation présentant l'erreur-type la plus faible est :

$\log_{10} QD20 = k + a \log_{10} DA + b \log_{10} MAP$

Elle ne diffère de l'autre que par l'ajout du terme concernant la précipitation annuelle moyenne (MAP).

Selon le Tableau 5, pour une période de récurrence de 20 ans, les valeurs de "k", "a" et "b" à substituer dans l'équation susmentionnée sont -6,170, 0,910 et 1,980 respectivement.

Avec la Figure 4, intitulée "Précipitation annuelle moyenne (1951-1980)", on peut déduire une valeur de MAP de 1 105 mm. Un coup d'oeil au Tableau 6 permet de constater que cette valeur tombe à l'intérieur des limites prévues pour l'utilisation de l'équation.

En substituant dans l'équation de régression provinciale susmentionnée, on obtient le résultat suivant :

$QD20 = 10^{2,429} = \underline{269\ m^3/s}$

Si l'on accepte une erreur-type plus grande, on peut utiliser l'équation provinciale excluant le terme b $\log_{10}$MAP.

Selon le Tableau 5, pour une période de récurrence de 20 ans, les valeurs de "k" et de "a" à utiliser dans cette équation provinciale plus simple sont -0,055 et 0,878 respectivement. Noter que ces coefficients ne sont pas les mêmes que ceux utilisés dans l'équation provinciale qui comprend le terme b $\log_{10}$MAP.

La substitution de ces valeurs dans l'équation provinciale donne le résultat suivant :

$QD20 = 10^{2,427} = \underline{268\ m^3/s}$

Résultats :

Les estimations des débits de crue quotidiens moyens correspondant à une période de récurrence de 20 ans pour la rivière Southwest Miramichi, près de Juniper at the Forks, sont donc les suivantes :

Avec l'équation de la région du centre	-292 m^3/s
Avec l'équation de la région du nord-ouest	-221 m^3/s
Avec l'équation provinciale	-269 m^3/s
Avec l'équation provinciale simplifiée	-268 m^3/s

Commentaires :

Même si le bassin hydrographique situé en amont de la rivière Southwest Miramichi, près de Juniper at the Forks, renferme plusieurs marécages, les trois équations de régression utilisées ne comportent pas de terme permettant de tenir compte de la superficie des lacs et des marécages. Par conséquent, la valeur de QD20 risque d'être surestimée.

Exemple trois : DÉTERMINATION DES DÉBITS DE CRUE INSTANTANÉS

Les exemples précédents portaient sur l'estimation du débit de crue moyen quotidien. Pour des fins de conception de projets, il est souvent nécessaire d'obtenir le débit instantané, c'est-à-dire, le débit de pointe qui surviendrait pendant une crue correspondant à une période de récurrence donnée. Pour déterminer les débits de crue instantanés à l'aide des méthodes décrites dans le présent rapport, il est nécessaire tout d'abord de déterminer le débit de crue moyen quotidien. Un rapport sert ensuite à déterminer le débit instantané.

Déterminer : 1) Le débit de crue instantané pour une période de récurrence de 100 ans, QP100, pour le fleuve Saint-Jean à Fort Kent; et
2) le débit de crue instantané pour une période de récurrence de 20 ans, QP20, pour un endroit dépourvu de station de jaugeage situé sur la rivière Southwest Miramichi, près de Juniper at the Forks.

Superficie des bassins : Chiffres tirés des exemples précédents :

Fleuve Saint-Jean à Fort Kent - 14 700 km^2

Rivière Southwest Miramichi, près de Juniper at the Forks - 673 km^2

Solution :

1) Fleuve Saint-Jean à Fort Kent.

Dans l'exemple n° 1, le débit de crue quotidien moyen correspondant à une période de récurrence de 100 ans pour la station Fleuve Saint-Jean à Fort Kent, n° 01AD002, a été fixé à 4 160 m^3/s. Dans le présent exemple, il suffit de poursuivre les calculs afin de déterminer le débit de pointe de crue instantané au même endroit. Selon le Tableau 7, intitulé "Équations de régression régionales de QP/QD", le rapport pour le bras principal du fleuve Saint-Jean s'établit à 1,06. Par conséquent,

$$QP100 = 1,06\ (QD100).$$

La substitution de la valeur de QD100, soit 4 160 m^3/s, dans cette équation donne QP100 = 4 410 m^3/s. On aurait également pu utiliser le rapport QP/QD pour la station 01AD002 puisque ce dernier était disponible. Ce choix est laissé à la discrétion de l'utilisateur. Les courbes enveloppes des Figures 2 et 3 ne peuvent être utilisées puisque la superficie sort des limites fixées.

2) Rivière Southwest Miramichi, près de Juniper at the Forks.

Dans l'exemple 2, nous avons obtenu une estimation de QD20 = 292 m^3/s (en utilisant l'équation de régression pour la région du centre). L'équation de régression régionale permettant de déterminer le rapport entre le débit de pointe instantané et le débit moyen quotidien pour la région du centre et pour l'ensemble de la province prend la forme suivante :

$$\log_{10} QP/QD = e + f \log_{10} DA$$

Selon le Tableau 7, les valeurs de "e" et "f" pour l'équation de la région du centre sont 0,288 et -0,074 respectivement.

La substitution dans l'équation de ces valeurs et de la valeur DA = 673 km^2 donne le résultat suivant :

$$QP/QD = 10^{0,079} = 1,20$$

D'autre part, l'équation QP/QD provinciale donne un rapport de 1,18. Il est ainsi possible de déterminer le débit de pointe instantané correspondant à une crue de période de récurrence de 20 ans :

$$QP20 = 1,20\ (QD20)$$

$$QP20 = 1,20\ (292\ m^3/s) = \underline{350\ m^3/s}$$

Si on utilise la courbe enveloppe QP20 de la Figure 3, on obtient pour QP20 une valeur de <u>478 m^3/s</u>. La courbe enveloppe surestime clairement le débit puisque la crue QP50 évaluée à l'aide de l'équation de régression de la région du centre la plus simple est de 428 m^3/s.

<u>Commentaires</u> :

Les rapports QP/QD servant à multiplier les valeurs de QD obtenues à l'aide des équations de régression régionales pour l'estimation du débit de crue moyen quotidien sont eux-mêmes calculés à l'aide d'équations de régression. Les coefficients utilisés dans l'équation de régression QD et dans l'équation de régression QP/QD sont différents et non interchangeables. Dans le cas du bras principal du fleuve Saint-Jean, le rapport QP/QD est de 1,06 et il n'y a pas d'équation de régression.

Exemple quatre : DÉTERMINATION D'UN DÉBIT DE CRUE À UN ENDROIT SITUÉ PRÈS D'UNE STATION HYDROMÉTRIQUE ET SUR LE MÊME COURS D'EAU

L'exemple suivant décrit une méthode que l'on peut utiliser si une station hydrométrique se trouve non loin de l'endroit visé et sur le même cours d'eau (se reporter à l'étape 4 pour les endroits dépourvus d'une station de jaugeage, à la section 5.1.2).

Déterminer : Le débit de crue quotidien moyen correspondant à une période de récurrence de 50 ans, QD50, pour la rivière Upsalquitch à Robinsonville.

Superficie du bassin : La station de jaugeage n° 01BE001, rivière Upsalquitch à Upsalquitch, se trouve non loin de là. Selon le Tableau 1, la superficie du bassin hydrographique convergeant à la station de jaugeage est de 2 270 km^2.

La ligne de faîte pour la portion du bassin de la rivière Upsalquitch située en amont de Robinsonville, mais en aval de la station de jaugeage, a été tracée sur des cartes topographiques au 1:50 000. La superficie de cette portion du bassin a ensuite été évaluée, par planimétrie, à environ 62,3 km^2.

La superficie du bassin hydrographique convergeant dans la rivière Upsalquitch à Robinsonville est donc de 2 270 km^2 + 62,3 km^2 = 2 332 km^2.

Solutions :

La différence de superficie entre les bassins de la rivière Upsalquitch à la station de jaugeage et à Robinsonville est

inférieure à 10 %. Il est donc possible d'utiliser les résultats de l'analyse de fréquence à une station unique pour la rivière Upsalquitch à Upsalquitch.

Selon le Tableau 2, pour la station n° 01BE001, le débit QD50 est de 746 m^3/s.

En utilisant les superficies des bassins de drainage, on peut procéder au calcul suivant :

$$\text{QD50 à Robinsonville} = (746\ m^3/s)\ \frac{2\ 332\ km^2}{2\ 270\ km^2} = \underline{766\ m^3/s}$$

On peut également estimer les débits de crue en utilisant les coefficients de régression du terme correspondant à la superficie comme un exposant.

Selon le tableau 5, a = 0,864; ainsi

$$\text{QD50} = 746\ \left(\frac{2\ 332}{2\ 270}\right)^{0,864} = \underline{764\ m^3/s}$$

Il est aussi possible d'utiliser l'équation de régression provinciale ou l'équation de régression pour la région nord-ouest (comme dans les exemples précédents), lesquelles permettent d'obtenir des valeurs estimatives du débit de $\underline{915\ m^3/s}$ et de $\underline{902\ m^3/s}$ respectivement.

Résultats :

Voici les résultats de l'estimation du débit de crue QD50 obtenus pour la rivière Upsalquitch à Robinsonville :

Avec le calcul proportionnel en utilisant le rapport de surperficie -766 m^3/s

Avec le calcul proportionnel

en utilisant l'exposant de régression	-764 m^3/s
Avec l'équation de régression provinciale	-915 m^3/s
Avec l'équation de régression de la région du nord-ouest	-902 m^3/s

Commentaires :

Comme les conditions hydroclimatiques et physiographiques du bassin inférieur ne sont pas très différentes de celles du bassin entier, le calcul proportionnel fondé sur les résultats de l'analyse de la fréquence pour une station unique à la station de jaugeage d'Upsalquitch devrait être acceptable. Toutefois, il pourrait s'avérer prudent d'utiliser une estimation du débit plus élevé, selon le degré de risque couru.

6.0 RÉFÉRENCES

Acres Consulting Services Limited. Regional Flood Frequency Analysis. Programme fédéral-provincial visant la réduction des dégâts causés par les inondations, septembre 1977.

Condie, R. et K.D. Harvey. Regional Dimensionless Flood Frequency Curves Using the Three-Parameter Log Normal Distribution - Program RFA3LN. Direction des ressources en eau, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa, mars 1985.

Canada Newfoundland Flood Damage Reduction Program. Regional Flood Frequency analysis for the Island of Newfoundland. Décembre 1984.

Harvey, K.D., R. Condie et P.J. Pilon. Regional Flood Frequency Analysis with the Three-Parameter Lognormal Distribution. Proceedings, CSCE Annual Conference, 27 au 31 mai 1985, Saskatoon, Saskatchewan, p. 269-282.

Direction général des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Division des relevés hydrologiques du Canada. Historical Streamflow Summary - Atlantic Provinces. Ottawa, Canada, 1986.

Millett, Sewell. Data Compilation for Free Flow Basins of Known Low Flow Conditions in Northeastern New Brunswick. Canada Works 1985, août 1985.

Montreal Engineering Co. Ltd. Maritime Provinces Water Resource Study - Stage 1, Volume 3. Pour le Atlantic Development Board, janvier 1969.

Pilon, P.J., Condie, R. et K.D. Harvey. Consolidated Frequency Analysis package - CFA - User Manual for Version 1 - DEC PRO Series. Direction des ressources en eau, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa, juillet 1985.

ANNEXE I

ESTIMATION DES DÉBITS DE CRUE POUR LES PETITS BASSINS HYDROGRAPHIQUES

(SUPERFICIE INFÉRIEURE À 100 KM^2)

Introduction

Aux fins du présent rapport, un bassin hydrographique peut être jugé petit si sa superficie est inférieure à 100 km^2. On peut également définir ces bassins comme ceux qui sont si petits que leur sensibilité aux grosses pluies de courte durée et à l'utilisation des terres n'est pas éliminée par les caractéristiques des voies d'écoulement (Chow, 1964).

Les facteurs qui influent sur le ruissellement sont à l'origine des différences du comportement hydrologique observées entre les grands bassins hydrologiques et les petits. Le facteur dominant influant sur le débit de pointe dans les petits bassins est moins l'écoulement en cours d'eau que l'écoulement de surface (Chow, 1964). L'utilisation des terres, la végétation, la topographie et la géologie sont souvent des facteurs importants dans l'estimation des débits de crue des petits bassins.

Les méthodes qui peuvent permettre d'estimer les débits de crue des petits bassins comprennent notamment le calcul proportionnel, les rapports superficie-écoulement, la méthode rationnelle, les équations de régression régionales, les hydrogrammes de l'écoulement de surface, les hydrogrammes unitaires synthétiques et la modélisation hydrologique. Chacune de ces méthodes a ses propres limites découlant des données ou des hypothèses sous-jacentes qu'elles nécessitent.

Calcul proportionnel

Cette méthode consiste à déterminer le débit de crue à un endroit non pourvu d'une station de jaugeage en multipliant le débit de crue connu d'un bassin semblable pourvu d'une station de jaugeage par le rapport des superficies des bassins hydrographiques élevé à une puissance quelconque (habituellement l'unité). L'équation utilisée prend la forme suivante :

$$Q_1 = Q_2 \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^x$$

où Q_1 = le débit de pointe ou le débit quotidien moyen (m^3/s) à déterminer pour l'endroit non pourvu d'une station de jaugeage;

Q_2 = le débit de pointe ou le débit quotidien moyen (m^3/s) à l'endroit de la station de jaugeage, tel que déterminé au moyen d'une analyse de fréquence de crue à une station unique;

A_1 = la superficie du bassin hydrographique en amont de l'endroit où l'on cherche à établir le débit de crue (km^2);

A_2 = la superficie du bassin hydrographique convergeant vers la station de jaugeage (km^2);

x = un exposant (habituellement égal à l'unité).

Comme il existe un certain nombre de stations hydrométriques desservant des bassins hydrographiques de superficie inférieure à 100 km^2 (voir Tableau A-1) et ayant fait l'objet d'analyses de la fréquence dans le présent rapport, ces stations peuvent servir à estimer les débits de crue à des endroits non pourvus de station de jaugeage, grâce au calcul proportionnel.

Toutefois, les résultats ne sont transférables qu'entre bassins de superficie semblable (plus ou moins 20 pour cent), comparables par l'utilisation des terres et par la physiographie, et situés dans la même région. Leurs résultats ne devraient pas servir pour les bassins non jaugés de taille très différente, dont l'utilisation des terres ou la physiographie ne sont pas comparables, ou qui sont situés à un endroit différent dans la province.

Les estimations de QDT des Tableaux 2 et 3 peuvent être ainsi transformées par calcul proportionnel puis multipliées par un rapport QP/QD pour donner le débit de pointe instantané. Comme le rapport QP/QD des petits bassins est extrêmement variable, l'utilisateur voudra peut-être choisir un rapport QP/QD situé à mi-chemin entre le rapport moyen du Tableau 2 et le rapport maximum enregistré du Tableau A-1 pour obtenir une estimation plutôt élevée du débit de pointe.

Rapport superficie-écoulement

Le ministère des Affaires municipales et de l'Environnement du Nouveau-Brunswick a mis au point un rapport superficie-écoulement simple dont la formule se présente comme suit :

$$Q = 1{,}64\ A$$

où Q est le débit nominal (m^3/s) et

A est la superficie (km^2) d'un bassin hydrographique de 20 km^2 ou moins

Ce rapport a été déterminé à partir d'une courbe enveloppe des débits maximums observés pour des petits bassins hydrographiques jaugés (<20 km^2). Il ne tient pas compte des différences qui peuvent exister dans la topographie du bassin ni dans les conditions hydroclimatiques. Par

conséquent, il ne peut servir qu'à obtenir une estimation grossière (approximative) du débit de crue. Pour les bassins qui donnent sur la Baie de Fundy, cette méthode risque de sous-estimer les débits.

La méthode rationnelle

La méthode rationnelle pour l'estimation des débits de pointe a été largement adoptée pour l'estimation du débit dans les petits bassins, pour la conception des égouts pluviaux urbains (Gray, 1970) et la conception des systèmes de drainage des aéroports (Chow, 1964). Cette méthode se fonde sur l'hypothèse voulant que le taux maximum de ruissellement survient lorsque le bassin entier contribue à l'écoulement à la sortie par suite d'une intensité et d'une distribution uniformes de la précipitation sur ce bassin. Dans les grands bassins hydrographiques, les précipitations seront vraisemblablement inégalement distribuées et les eaux de ruissellement provenant des parties éloignées du bassin risqueront peut-être d'arriver trop tard à la sortie pour contribuer au débit de pointe. Pour toutes ces raisons, la méthode rationnelle devrait donc généralement n'être utilisée que pour les bassins hydrographiques de superficie inférieure à 15 km^2.

Exprimée en unité métrique, l'équation de la méthode rationnelle se présente comme suit :

$$Q_p = 0{,}278\ c\ i\ A$$

où Q_p = taux de ruissellement de pointe (m^3/s);

c = coefficient de ruissellement;

i = intensité de la précipitation (mm/h) pour un orage dont la durée est égale au temps de concentration dans le bassin;

A = surperficie du bassin hydrographique en km^2.

Le coefficient de ruissellement (c) peut être obtenu à partir de tableaux. Il faut apporter beaucoup de soin au choix du coefficient de ruissellement approprié pour une situation particulière puisque l'importance de ce coefficient varie selon le type de sol, la pente et la végétation. Les coefficients de ruissellement varient également selon l'intensité et la fréquence des précipitations mais ils sont habituellement présumés identiques pour tous les orages, pour un bassin hydrographique donné. Toutefois, les coefficients de ruissellement présentés dans les tableaux ne sont utilisables que pour une gamme précise de fréquence des orages et devront peut-être être augmentés pour les orages moins fréquents et d'intensité plus grande.

L'intensité des précipitations est obtenue à partir de courbes de l'intensité par rapport à la durée, établies à l'aide des données climatiques provenant de la plus proche station météorologique située dans une zone hydroclimatique semblable à celle du bassin étudié. Le choix d'une valeur de l'intensité des précipitations est fondé sur le temps de concentration dans le bassin et sur la fréquence de la crue nominale.

Le temps de concentration est le temps nécessaire pour l'eau de ruissellement provenant de la partie la plus éloignée du bassin hydrographique pour atteindre un point, le long du cours d'eau, où le débit de pointe est déterminé.

Plusieurs équations ont été élaborées pour la détermination du temps de concentration, y compris la suivante donnée en unités métriques :

$$t_c = 0{,}0195\ L^{0{,}77}\ \left(\frac{H}{L}\right)^{-0{,}385}$$

où t_c = temps de concentration (min);

L = distance maximale de transport de l'eau (m);

H = différence de hauteur entre le point le plus éloigné du bassin hydrographique et la sortie de ce dernier (m).

La superficie du bassin hydrographique (A) est obtenue par planimétrie après détermination de la ligne de partage des eaux sur une carte topographique adéquate. Pour les petits bassins, on recommande d'utiliser des cartes topographiques au 1:10 000 ou des cartes urbaines à échelle plus grande, lorsqu'elles sont disponibles.

La méthode rationnelle peut servir à l'estimation des débits de pointe dans les petits bassins (15 km^2) non régularisés du Nouveau-Brunswick, pourvu que l'emmagasinement dans les dépressions du sol soit peu important et que l'on choisisse des coefficients de ruissellement appropriés pour les conditions qui existent au Nouveau-Brunswick. Toutefois, les utilisateurs éventuels doivent être conscients des limites de cette méthode et juger de son utilité et de son à-propos à la lumière de leurs besoins particuliers en ce qui concerne l'exactitude et la sécurité pour l'estimation du débit de crue.

Équations de régression régionales

Les équations régionales de la fréquence de crue, déjà mentionnées dans le présent rapport, ne sont pas vraiment utilisables dans le cas des petits bassins. Leur mise au point a été fondée en partie sur les résultats des analyses de la fréquence de crue à une station unique correspondant à des stations hydrométriques choisies (Tableau 1), la plupart mesurant le débit de bassins d'une superficie supérieure à 100 km^2. Ces équations peuvent servir, dans le cas des petits bassins, à obtenir une estimation grossière, mais l'existence de caractéristiques physiographiques sensiblement différentes entre le bassin visé et les bassins pour lesquels les équations ont été élaborées risque de rendre ces dernières totalement inutilisables.

Il serait peut-être possible d'élaborer des équations de régression régionales pour la détermination des débits de crue des petits bassins,

mais les données sur l'écoulement actuellement disponibles au Nouveau-Brunswick sont insuffisantes.

Hydrogrammes unitaires synthétiques

Comme les caractéristiques physiques d'un bassin hydrographique sont constantes, on peut présumer que des orages présentant les mêmes caractéristiques donneront des hydrogrammes de forme semblable. L'hydrogramme unitaire est l'hydrogramme typique d'un bassin, représentant le ruissellement direct découlant d'une précipitation uniforme d'un centimètre et ayant une durée précise. L'hydrogramme unitaire synthétique permet de dériver des hydrogrammes unitaires pour les cours d'eau non jaugés. Le temps et l'amplitude du débit de pointe et le temps de base de l'hydrogramme unitaire synthétique sont habituellement estimés à partir des rapports qui existent entre les hydrogrammes et les caractéristiques du bassin.

Diverses méthodes permettant de dériver des hydrogrammes unitaires et des hydrogrammes unitaires synthétiques sont présentées dans la plupart des ouvrages d'hydrologie (p. ex., Chow, 1964; Linsley, Kohler et Paulhus, 1975; Gray, 1970). Rappelons cependant que l'utilisateur ne devrait pas utiliser une méthode avant d'en avoir bien étudié et compris les hypothèses sous-jacentes.

Hydrogrammes d'écoulement de surface

Il est possible de procéder à des analyses hydrologiques plus détaillées des zones urbaines (moins de 5 km^2 de superficie) par l'évaluation du ruissellement. Horton a proposé une équation pour le calcul du ruissellement jugée propice pour l'écoulement turbulent à débit élevé sur les surfaces naturelles tandis que Izzard a mis au point un hydrogramme sans dimension pour le calcul de l'écoulement de surface qui est présumément largement utilisable dans le cas d'un écoulement laminaire sur des surfaces

modifiées (Chow, 1964). La définition des caractéristiques de la surface est le principal problème qui se pose à l'utilisateur de ces méthodes (Linsley, Kohler et Paulhus, 1975).

Modélisation hydrologique

La modélisation hydrologique peut permettre d'obtenir des estimations plus fiables des débits de crue pour les petits bassins. Toutefois, l'utilisation de cette méthode demande énormément plus d'efforts et de temps que les méthodes décrites antérieurement, et elle risque donc de ne pas s'avérer pratique pour les très petits projets.

On peut procéder à la modélisation du ruissellement à la surface des bassins hydrographiques à l'aide du programme informatique HYMO, lequel transforme les données sur les précipitations en hydrogrammes de ruissellement que l'on peut ensuite acheminer dans des vallées ou dans des réservoirs (Williams et Hann, 1973). Pour effectuer la transformation des données en hydrogrammes de ruissellement, le programme utilise un hydrogramme unitaire synthétique et les rapports précipitation-ruissellement établis par le Soil Conservation Service afin de générer des hydrogrammes correspondant à des subdivisions du bassin. Ces hydrogrammes sont combinés l'un à l'autre et acheminés en aval jusqu'à ce que l'hydrogramme de l'événement à la sortie du bassin soit obtenu. Le programme HYMO a déjà été utilisé lors d'études menées au Nouveau-Brunswick en vue de la réduction des dommages causés par les inondations.

Dans un ouvrage intitulé "Hydrologic Modelling of Small Watersheds" (Haan et coll., 1982), on procède à un examen des processus hydrologiques qui entrent en jeu dans la modélisation du ruissellement pour les petits bassins et on dresse une liste complète des modèles existants.

TABLEAU A-1

STATIONS HYDROMÉTRIQUES DESSERVANT DES BASSINS DE SUPERFICIE INFÉRIEURE À 100 KM^2

Station n°	Superficie du bassin (km^2)	Rapport QP/QD maximum enregistré
1017900	3,81	5,88
01AL004	3,89	2,72
01AL003	6,48	2,89
01AK005	26,9	2,30
01BV005	29,3	1,63
01BU004	34,2	2,89
01AN001	34,4	1,48
01AR008	43,0	1,56
01DL001	63,2	2,17
01BJ004	88,6	1,29

RÉFÉRENCES POUR LES APPLICATIONS DANS LES PETITS BASSINS

Chow, Ven Te. Section 14, intitulée "Runoff", dans Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, éditeur en chef. McGraw-Hill Book Company, Toronto, 1964.

Gray, Donald M. Section VIII, intitulée "Peak Flow - Rainfall Events", dans Handbook on the Principles of Hydrology. Donald M. Gray, éditeur en chef. A Water Information Centre Publication, 1970

Haan, C.T., H.P. Johnson et D.L. Brakensiek (éditeurs). Hydrologic Modelling of Small Watersheds. American Society of Agricultural Engineers Monograph n° 5, Michigan, États-Unis, 1982

Linsley, Ray, Max Kohler et Joseph Paulhus. Hydrology for Engineers. Deuxième édition, 1975.

Williams, J.R. et R.W. Hann. HYMO; Problem Oriented Computer Language for Hydrologic Modelling - Users Manual, ministère de l'Agriculture des États-Unis, 1973.

MAPS
NOT
FILMED

CARTES
OMISES